Metall.
16mh

Burial, Armed.,

Von nutbaren Mineralien

A. Reß.

Berlin.

1844.

Angewandte Geognosie

oder

das Auffinden

und der

Bau nutzbarer Mineralien

von

A. Burat,

Civil-Ingenieur, Professor der Bergbaukunde an der école centrale zu Paris ꝛc. ꝛc.

Uebersetzt

von

Heinrich Krause und J. P. Hochmuth.

Mit 147 Holzschnitten und 22 Tafeln in Stahlstich.

Berlin.

Verlag von Duncker und Humblot.

1844.

Kunstmuseum Leipzig

oder

Das Museum

aus der

Von mehrer Minerolien

von

M. Meyer,

Chef-Redakteur, Vorsteher der Buchhandlung für Literatur, Kunst und Musik etc. etc.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Mit 147 Holzschnitten und 22 Tafeln in Stahlstich.

Leipzig.

Verlag von Hunger und Hunkel.

1844.

Herrn Dr. H. von Dechen

Königlich Preußischem Berghauptmanne des Rheinischen Haupt-Bergdistrictes, Ritter ꝛc. ꝛc.

zu Bonn

in ehrfurchtsvoller Ergebenheit

die Uebersetzer.

Vorrede der Uebersetzer.

Herr Burat, Verfasser der Schrift, deren Uebersetzung wir vorliegend zu überreichen die Ehre haben, ist durch seine geognostischen Forschungen in Cornwall und Toscana bekannt, und als Lehrer der Bergbaukunde an der école centrale zu Paris geachtet, und auch im Auslande anerkannt. Diese beiden Eigenschaften waren nothwendig, um ihn zur Herausgabe eines Werkes zu befähigen, dessen Erscheinen zu keiner Epoche dringender hervortrat, als eben jetzt, wo die Geognosie seit Kurzem so riesengroße Fortschritte gemacht hat, und wo deshalb die Industriezweige, deren Gedeihen an diese Wissenschaft geknüpft, bedeutende Modificationen erfahren mußten; als jetzt, wo die Anforderungen an den gebildeten Bergmann um Vieles höher gestellt sind, wo von ihm eine wissenschaftliche Gründlichkeit, ein genaues Erkennen dessen, was er thut und thun soll, verlangt wird; als jetzt, wo der Unternehmungsgeist auf allen Seiten erwacht, wo die Gewerbe eine Aufsuchung nutzbarer Lagerstätten immer dringender erheischen, wo Schienenwege das Land durchkreuzen, die Production des Eisens zu ungeheurer Größe wächst und dennoch kaum den Bedürfnissen zu genügen vermag, wo Gußeisen statt des Holzes bei den Constructionen in Anwendung kommt, wo Dampfmaschinen aller Orten errichtet werden, die Unmassen von Steinkohlen ohn' Unterlaß consumiren, wo die steigende Cultur die Wälder lichtet, und

die Menschen, um sich zu wärmen, um das nothwendigste Subsistenzmittel unserer Zone — das Brennmaterial — herbeizuschaffen, zu den Steinkohlen ihre Zuflucht nehmen müssen, die ihnen auf Eisenbahnen und Canälen zugeführt werden; jetzt, wo die Kunst aus mineralischen Stoffen, die früher unbenutzt liegen blieben, ja vielleicht als schädlich betrachtet wurden, Vortheil zu ziehen weiß, und sie zu den werthvollsten Producten zu bearbeiten versteht; jetzt endlich, wo der Bergbau anfängt, nicht mehr das Geschäft einzelner Weniger zu sein, die unbekannt der großen Welt, in öden und fernen Gegenden ihr schwarzes Gewerbe treiben, sondern wo er siegend in die Reihe der übrigen industriellen Bemühungen tritt, wo er eine nationalökonomische Bedeutung erhält, und wo der Besitz oder Nichtbesitz nutzbarer Lagerstätten öfters das Wohl ganzer Völker entscheidet.

Um einer solchen Aufgabe aber zu genügen, um den praktischen Bergmann mit der Wissenschaft im Allgemeinen, den Theoretiker mit den kleinsten Details derselben, mit neuen Ideen und Ansichten, mit practischen Folgerungen bekannt zu machen, um die Empirie zu verjagen, um dem Unternehmungsgeist bei Aufsuchung nutzbarer Lagerstätten zur Hand zu gehen, — dazu war ein Mann wie Burat erforderlich, der sich nicht allein durch eigene Untersuchungen hervorgethan, sondern auch seine praktische Tüchtigkeit während der Stellung als Lehrer bewiesen hat.

Hierin bestehen die Gründe, welche uns bewogen, das vorstehende Werk zu übersetzen. Ein Blick auf den Inhalt desselben, auf die Behandlungsweise der Materien wird zur Genüge zeigen, wie es dem Wesen nach von der „Bergbaukunst" des Herrn Hartmann, und ebenso von dem Brard'schen Werke verschieden ist.

Sollten wir über unsere eigene Arbeit — d. h. die Uebersetzung selbst — noch einige Worte hinzufügen, so möchte es nur die Bitte um nachsichtige Beurtheilung, um eine Kritik sein, die mehr das Ganze als die Details, die mehr das Wesen als den Styl in die Augen faßt. Wir hielten uns an das französische Original, wir haben es gewissenhaft wiedergegeben: manche Härten

im Ausdruck sind vielleicht dadurch entstanden. Jetzt, wo das Buch fertig vor uns liegt, tritt uns Manches entgegen, was wir vielleicht anders machen würden, wenn es uns vergönnt wäre, die Arbeit von vorne anzufangen.

Die Abbildungen sind Pariser Originale. — Es haben sich bei Veränderung der französischen in deutsche Unterschriften mehrere Fehler eingeschlichen, die wir deshalb auf einem besonderen Blatte vermerkt. Ebenso nahmen wir noch mehrere Berichtigungen und Zusätze auf, die theils von Herrn Burat, theils von uns selbst herrühren.

So überreichen wir dieses Buch dem deutschen Bergmann zu seinem eigenen Nutzen und zur Würdigung der Verdienste seines fränkischen Nachbarn; wir überreichen es nochmals mit der Bitte um nachsichtige und freundliche Beurtheilung dessen, was uns selbst an diesem Werke vielleicht gehören sollte.

Berlin im Mai 1844.

Die Uebersetzer.

Vorrede des Verfassers.

Die Geognosie und Mineralogie sind die Kinder des bis zu uralten Zeiten hinaufreichenden Bergbaues. Der Mineralreichthum einer Gegend steht allerdings in einem zu innigen Zusammenhange mit deren geognostischen Beschaffenheit, als daß man nicht beim Studium des Vorkommens nutzbarer Fossilien unwillkürlich zur Erforschung der Gesetze geführt würde, die bei der Bildung unsers ganzen Erdkörpers obgewaltet haben. Wenn sich deshalb seit Werner die Geognosie und Mineralogie von der Praxis trennten, aus der sie entstanden, so geschah dies aus dem natürlichen Drange jeder Wissenschaft, sich selbst zu constituiren, selbstständig dazustehen und nunmehr — zur Vergeltung gleichsam — in erneueter Kraft der Praxis als Führer zu dienen, unter deren Leitung sie sich ehemals befand. Heute, wo die Geognosie unter den exacten Wissenschaften einen Rang eingenommen, wo ihre Theorie geschaffen, ihre Eintheilungen und Eigennamen, so weit es die der Beobachtung zulässigen Thatsachen erlaubten, begründet; heute, wo sich die Studien namentlich auf die Einzelnheiten und beschreibenden Arbeiten richten, erschien es uns nützlich, die Geognosie auf ihren Anfangspunkt zurückzuführen, und die Umstände zu beleuchten, welche dieselbe an die Bergbaukunde fesselten.

Beständig praktische Beobachtungen ließen uns erkennen, daß jeglicher Bergbau einzig und allein in der Geognosie seine Hauptstütze finden könne, daß alle Ingenieure, Berg-Directoren, Steiger

und Steinbruchbeamten selbst im Stande wären, die Geognosie auszuüben, ihre Grundsätze zu beobachten, daß endlich, wenn diese Wissenschaft auch nicht direct zum Auffinden der Erz- oder Kohlenlager führen könne, sie doch wenigstens vor falschen Richtungen bewahre und uns den inneren wahren Werth der äußeren Kennzeichen kennen lehre.

Die erste Abtheilung dieses Werkes stellt die geognostischen Thatsachen auf, welche beim Aufsuchen nutzbarer Fossilien leiten; die zweite Abtheilung, der Bergbaukunst speciell gewidmet, setzt die Beziehungen auseinander, welche zwischen dem Vorkommen, dem Aufsuchen und der Gewinnung nutzbarer Fossilien bestehen. Die geognostischen Verhältnisse haben in der That einen ungemeinen und ganz directen Einfluß auf die Art und Weise des Bergbaues, so daß es rein unmöglich ist, einen vernünftigen Schritt in der Grube zu thun, ohne sich auf die Basis der Wissenschaft zu stützen.

Es blieb nun noch zu bestimmen übrig, bei welchem Vorkommen und Gehalte der Erze ihr Bau gewinnbringend wäre. Das ist allerdings eine sehr kritische Frage, die noch immer nicht mit Bestimmtheit gelöst werden kann. Wir haben indeß die bergbaulichen Verhältnisse in den einzelnen Ländern beobachtet, deren verschiedene Methoden unter einander und mit den Lagern und Gängen, bei deren Abbau sie angewandt werden, verglichen, und hoffen so genügend festgestellt zu haben, von welcher Beschaffenheit ein natürliches Vorkommen sein müsse, um dessen Bauwürdigkeit von vorn herein behaupten zu können. Die besondere Aufmerksamkeit, welche wir dem letzten Theile unserer Arbeit zuwandten, läßt uns glauben, daß sie unsere Fachgenossen in dem wichtigen Geschäfte der practischen Ausführung leiten werde.

Der Verfasser.

Erläuterungen und Berichtigungen der Kupfertafeln.

1ste Tafel. Zu den Alluvialerzen rechnen wir die Brauneisenerze, welche sich in Nestern, Lagern ꝛc. ꝛc. entweder der Alluvialformation oder der obern tertiären Schicht vorfinden. Zu den eigentlichen Eisenerzen gehören die Juraerze und die dichten Roth- und Brauneisensteine der secundären Formation; die Eisenerze der Steinkohlenformation (Flötze).

Die dritte Classe umfaßt die Eisensteine, d. h. die dichten Roth- und Brauneisensteine, den Spatheisenstein, die in Gängen und Stockwerken, selten in Lagern vorkommen, und in dem nicht geschichteten oder solchen geschichteten Gebirgen angetroffen werden, welche durch spätere Umwälzungen sehr gestört worden sind.

Fig. 17—18. Statt Ganzprofil lies Gangprofil.

Fig. 19—20. = = = =

Fig. 25. St. galerie d'écoulement l. Stollen.
St. orifice de la galerie d'écoulement l. Stollmundloch.
St. filon l. Gang.
St. ruisseau l. Bach.
St. chemin de fer l. Eisenbahn.

Fig. 40. St. Teuersetzen l. Feuer setzen.

Fig. 64. St. Firstenbau l. Strossenbau.
St. Strossenbau l. Firstenbau.

Fig. 93. stellt ein Schachtabteufen in wasserhaltigem Gebirge in Verbindung mit Pikotage und Cuvelage vor. — Der Name „Niveau" ist, da er ursprünglich in Nord-Frankreich und Belgien für ein Vorkommen gebräuchlich, welches für das dasige Kreidegebirge eigenthümlich — auch in Deutschland eingebürgert. Man könnte ihn durch die allgemeine Benennung von „unterirdischem See" übersetzen. Conche solide et impermeable d. i. feste und undurchdringliche Schicht.

Fig. 113—116. St. Straffordshire l. Staffordshire.
St. Abtreibevorrichtung l. Chablone.

Fig. 133. Hier ist nicht allein eine Idee von der Anlage des Anzinner Wetterofens gegeben, sondern von der Einrichtung der Fahrung, die über dem Kohlengebirge neben dem Förderschacht, in dem Kohlengebirge aber in einzelnen durch Strecken verbundenen Schachtabsätzen ausgeführt wird. Die bezeichneten Gebirgsschichten des Kreidegebirges sind folgende von oben nach unten:

Sand,
Kalktuff,
Kreide, Kalkstein,
Grauer Kalk,
Kreide, Baustein,
Kieseliger Kalk (Cornus),
sehr wasserhaltig,
Blauer Thon,
Wasserhaltiger Kalk,
Blauer Letten,
Wasserhaltiger Kalk,
Blauer Letten,
Wasserhaltiger Kalk,
Plastischer Thon (Dièves),
Conglomerat (Tourtia),
Kohlengebirge.

Inhalt.

Historische Einleitung; Metallproduction in den verschiedenen Staaten; Bergbauproducte von Frankreich.

Erste Abtheilung.

Vorkommen der nutzbaren Mineralien.

Erstes Capitel. Allgemeine Vorkommen oder Felsarten.

Allgemeine Zusammensetzung derselben; Vertheilung der allgemeinen und besonderen Vorkommen; Charakteristik der geschichteten, ungeschichteten und metamorphischen Felsarten. Anwendung derselben zu Bauten; ihr Vorkommen in Frankreich.

Zweites Capitel. Brennbare Fossilien.

Vorkommen derselben in den verschiedenen Formationen; Anthracit, Steinkohle, Braunkohle und Torf.

Lagerungsverhältnisse der Steinkohlen und deren Störungen.

Theorie über den Ursprung der brennbaren Fossilien. Bedingungen, unter denen der Abbau zulässig ist.

Drittes Capitel. Steinsalz und Gyps.

Lagerungsverhältnisse des Steinsalzes und des Gypses; Steinsalzlager im östlichen Frankreich; liegende Stöcke in den Pyrenäen; verschiedene Lager in Europa.

Theorie des Ursprunges der Steinsalz- und Gypslager. Ausbeute.

Viertes Capitel. Geschichtete Eisenerze.

Charakteristik derselben; ihr Vorkommen in den einzelnen Formationen. Lagerungsverhältnisse der Eisenerze im Uebergangsgebirge und der Steinkohlenformation, im Jura und der Kreide; tertiäre und Alluvialerze. Aufsuchung und Bau der geschichteten Eisenerze in Frankreich.

Fünftes Capitel. Besondere Vorkommen in Gängen, liegenden und stehenden Stöcken.

Charakteristik der regelmäßigen und unregelmäßigen Vorkommnisse. Gangmasse der erzführenden Gänge und ihr sonstiges Verhalten. Vorkommen der Erze in den Gängen; ihr Verhalten unter sich.

Charakteristik der liegenden und stehenden Stöcke. Gangtheorie.

Sechstes Capitel. Beschreibung der metallischen Districte.

Metallische Districte von England, Cornvall, Derbyshire und Cumberland. Districte des russischen Reiches. Vorkommen im Ural, Altai und Daurien.

Districte Frankreichs. Metallische Vorkommen in der Bretagne, den Vogesen, dem Central-Plateau, den Pyrenäen und den Alpen. Oesterreichische Gruben in Böhmen, Tyrol und Ungarn; Schweden und Norwegen; Spanien; Gruben in Sachsen und auf dem Harze; Preußen.

Metallische Districte des südlichen Amerikas, Brasilien; Provinz von Minas-Geraes; die Cordilleren, Chili, Bolivien, Peru, Columbien und Mexiko.

Zweite Abtheilung.

Siebentes Capitel. Häuer- und Bohrarbeiten.

Eintheilung der Felsarten nach dem verschiedenen Grade der Festigkeit; Gezähstücke; Anwendung des Pulvers, Bohren; Manipulation beim Bohren und Beschreibung der Bohrer; Anwendung derselben beim Grubenbetriebe, Bohrarbeit zum Aufsuchen unterirdischer Quellen; artesische Brunnen.

Achtes Capitel. Gruben Vor- und Ausrichtung.

Tagebaue; bei festem Gestein; Torfgräberei; Grubenbaue; Vorrichtungsarbeiten; metallischer Bergbau; Stroffen- und Firstenbau; Stoßbau; Strebbau; Strecken- und Pfeilerbau; Querbau; Bruchbau. Anwendung auf Steinkohlenbergbau; Pfeilerrückbau; Anwendung auf Steinsalzbergbau.

Neuntes Capitel. Grubenmauerung und Zimmerung.

Auswahl und Bearbeitung des in den Gruben anzuwenden Holzes; Strekken- und Ortszimmerung; Schachtzimmerung.

Wasserdichte Zimmerung. Cuvelage und Picotage; Cuvelage in Gußeisen Construction der Klotzdämme.

Grubenmauerung; Ausmauerung weiter Strecken; Details über das Durchbringen der Tunnel; Schachtmauerung; Uebersicht der Arbeiten im Themse-Tunnel.

Zehntes Capitel. Wetterlosung.

Gründe der Wetterverschlechterung; Charakter der erzeugten Gase; Kohlenwasserstoffgas in minimo, schlagende Wetter; Mittel, dieselben in den Gruben zu vertreiben; Davysche Sicherheitslampe; vervollkommnete Lampen; gewöhnliches Grubengeleuchte.

Natürlicher Wetterzug; künstlicher Wetterzug; Wetteröfen; Anwendung des Dampfes; mechanische Wetterbeförderungsmittel, Vertheilung der Wetter in den Bauen.

Elftes Capitel. Strecken- und Schachtförderung.

Arbeit und Nutzeffect eines Trägers in den Gruben; Menschen- und Pferdekraft sonst bei der Förderung angewandt.

Vervollkommnetere Förderung; Holzgestänge und Grubenhunde; Grubeneisenbahnen; größere Hunde; Förderschalen.

Schachtförderung; Fördertonnen; Seile und Ketten; Haspel, Göpel, Anwendung von Dampfmaschinen zur Förderung; Ausstürzen über Tage.

Zwölftes Capitel. Wasserhaltung.

Allgemeine Bemerkungen über die Grubenwasser. Wasserhebungspumpen; Aufstellung eines Pumpensatzes; Hauptgestänge; Ankuppelung der Pumpen; Gleichgewichtsbedingungen, Gegengewicht und Gegenbalancier.

Die bei der Wasserhaltung angewandten bewegenden Kräfte; Maschine von Newcomen; Maschine von Cornwall; Betriebsbedingungen; Nutzeffect; Wassersäulenmaschine; System von Huelgoat.

Dreizehntes Capitel. Aufbereitung der Erze.

Allgemeines über die Erze; Gehalt der Eisen-, Blei-, Zink-, Kupfer-, Zinn-, Queckfilber-, Silber- und Golderze.

Aufbereitung der Erze; Stempelpochwerk, Einrichtung der Mehlführung; Quetschwerke, Mühlen; Siebsetzen und Erzwäschen; Setzsiebe, Stoßherde, Kehrheerde, Schlammgräben, Planheerde; Goldwäsche.

Erörterung ökonomischer Fragen bei der Aufbereitung; Poch- und Waschkosten; Werth des (Erz-) Schichts.

Vierzehntes Capitel. Allgemeine Bemerkungen.

Grubenverwaltung; Bemerkungen über die Arbeit der Bergleute; Schicht und Gediegarbeit; Unglücksfälle und Hülfskassen.

Berechnung der Selbstkostenpreise; Betriebskosten in Steinkohlengruben. Einzelnes über die Selbstkosten der Steinkohlen unter verschiedenen Verhältnissen; Betriebskosten der Erzgruben; Grubenrisse; Uebersicht der französischen Berggesetze.

Berichtigungen und Zusätze des Verfassers.

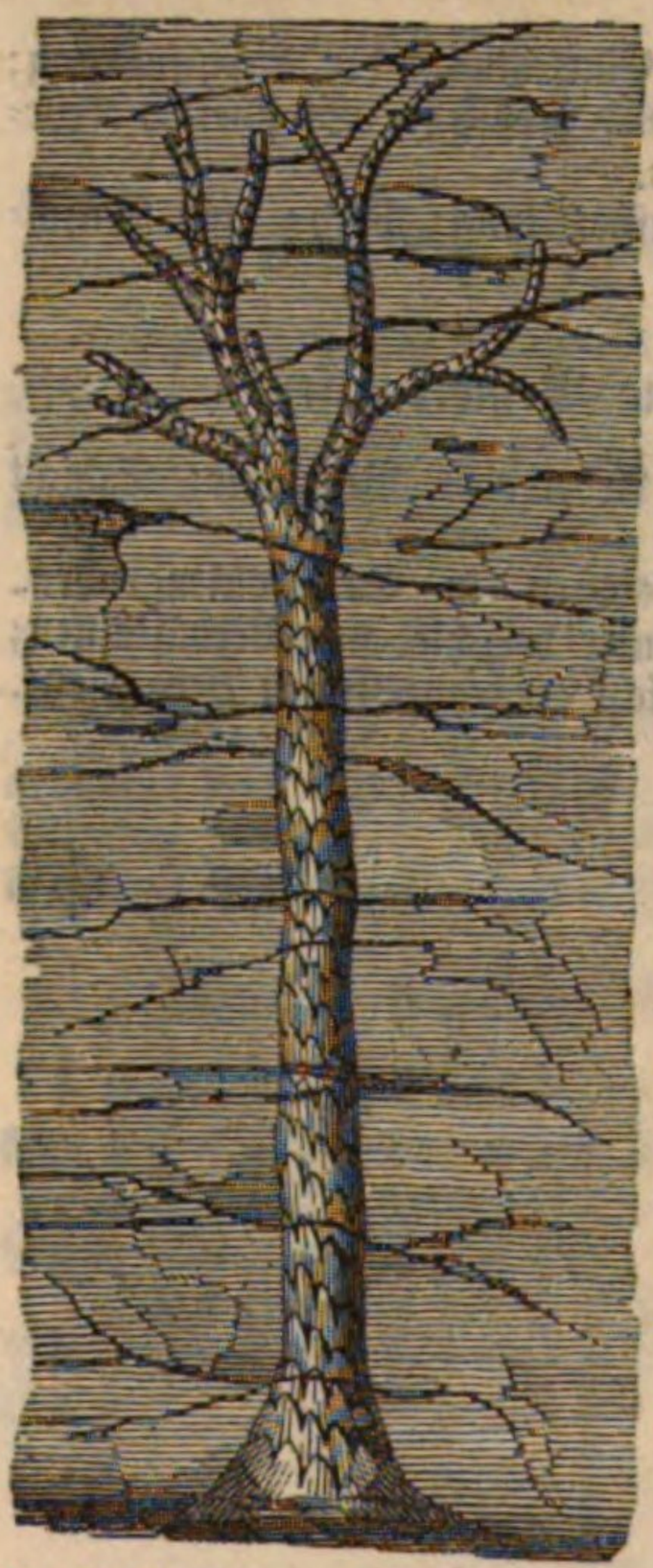
(Für die zweite Auflage des Originals bestimmt.)

Auf Pag. 6. soll es in der Productionstabelle heißen:

Frankreich	2640000 metr. Ctr. Stabeisen	3770000 metr. Ctr. Gußeisen
Preußen .	1120000 = = =	1500000 = = =
Schweden	870000 = = =	1150000 = = =

Die Zinkproduction beläuft sich in Preußen auf 14000 metr. Ctr.*) Der strengste Maßstab muß eben nicht an die gemachten Angaben gelegt werden, denn sie stammen zum größten Theile aus verschiedenen Jahren her, und sind einer fünf bis sechsjährigen Periode entnommen.

Pag. 7. Der Bergbau hat sich in den vereinigten Staaten seit 10 Jahren unglaublich vermehrt. Oestlich von dem Alleghennygebirge entdeckte man in Pennsylvanien ein Kohlenbecken; westlich davon wurden gleichfalls mehrere Bassins aufgefunden, welche sich bis zu den ältesten Gebirgsschichten hin erstrecken und namentlich in Virginien, Ohio, Maryland und Tennesee auftreten. Im Jahre 1840 kamen über 10 Millionen metr. Ctr. anthracitischer Kohle und 8 bis 9 Millionen metr. Ctr. fetter Kohle in den Handel. Die letzteren wurden namentlich in Virginien gefördert, können bis zur Meeresküste zu dem durchschnittlichen Preise von 45 Fr. die Tonne geschafft werden, und es steht deshalb zu erwarten, daß die englische Kohle von den amerikanischen Märkten sehr bald verdrängt sein werde. Das Eisenhüttenwesen hat mit dem Steinkohlenbergbau in den Fortschritten gleichen Schritt gehalten. Pennsylvanien, New-York, Ohio, Kentucky, Tennesee und Virginien stehen hierin obenan. Man rechnet gegenwärtig in den vereinigten Staaten 804 Hohöfen und 795 Hüttenwerke zur Darstellung des Stabeisens. Die Produktion beläuft sich auf 1772000 metr. Ctr. Roheisen und 2860000 Ctr. Roheisen.



[Lepidodendron von 12 Meter Höhe aus der Grube Jarrow (Bessham).]

Mit Ausnahme des Steinkohlenbergbaues und Eisenhüttenwesens haben die nordamerikanischen Freistaaten aber nicht viel in bergmännischer Beziehung aufzuweisen, und stehen darin weithinter den südamerikanischen Staaten zurück. Seit einigen Jahren exportiren sie indeß ein großes Quantum Blei, was namentlich in den Staaten Missouri und Illinois bei Herculanum, St. Michel und Catena dargestellt wird. Die Menge soll sich auf 300000 metr. Ctr. belaufen. Die westlichen Staaten produciren außerdem 800 bis 900 Kilog. Gold pro Jahr, das durch den Waschprozeß dargestellt wird.

Pag. 30. Die Produktionsschiffer von Pennsylvanien ist wegzuschaffeu.

Pag. 53. 1ster Abschnitt.

Eins der schönsten unter solchen Umständen gefundenen Exemplare ist der Lepidodendron Sternbergii, von dem sich in der „fossilen Flora Großbrittaniens" eine Abbildung vorfindet. Man

---

*) So weit Herr Burat. — Wir können diese Angaben unmöglich machen, ohne deren Berichtigung hinzuzufügen. — So theilen wir denn nebenstehend die neueste Bergwerks-Produktionstabelle der Preußischen Monarchie mit. Sie ist vom Jahre 1841 und auf Befehl des Finanz-Ministerii angefertigt.

Die Uebersetzer.

fand den Baum von seinen kleinen Aesten und Zweigen gänzlich beraubt; dennoch aber ist er durch seine wohlerhaltene Beschaffenheit sehr merkwürdig, da die meisten in solcher Lage gefundenen Baumstämme zum Theil schon in Kohlen verwandelt sind.

Pag. 53. (17. Linie). Diese Vegetation ist durch das Vorherrschen der

[Vegetabilien aus der Steinkohlenperiode.]

Acotyledonen merkwürdig. Gegenwärtig dürfte man nur auf den niedrigsten Punkten, sumpfigen Inseln ꝛc. der Tropengegenden etwas Aehnliches aufzuweisen haben. Auf beistehender Abbildung haben wir eine Zusammenstellung der hauptsächlichsten Pflanzenarten zu geben versucht.

Zusammenstellung.

der berg- und hüttenmännischen Produktion in der Preußischen Monarchie vom Jahre 1841.

Benennung d. Betriebszweiges.	Angabe der Betriebsanstalten.	Quantum der Produktion.	Anzahl der Arbeiter.	Geldwerth am Ursprungsorte.	Summa des Geldwerthes am Ursprungsorte.
I. Production d. Bergbaues.					
1. Eisenerze und Eisensteine	1038 Gruben	1456324 Tonn.	9273	723987 Thlr.	
2. Kupfer-, Blei- u. Silbererze	154 =	1076764 Ctr.	4612	619251 =	
3. Galmei und Blende . . .	50 =	1280737 =	2586	264730 =	
4. Kobalterze	11 =	1372 =	96	30520 =	
5. Arsenikerze	3 =	10889 =	66	8614 =	
6. Antimonerze	3 =	1772 =	55	4922 =	
7. Manganerze	4 =	5710 =	89	8030 =	
8. Queckſilbererze	— =	—	—	—	
9. Alaunerze	11 =	119710 =	128	9532 =	
10. Vitriolerze	6 =	22452 =	49	5633 =	
11. Steinkohlen	517 =	13910153 Tonn.	21950	5463383 =	
12. Braunkohlen	217 =	2723661 =	3054	430676 =	
13. Asphalt	—	—	—	—	
Summa I. Bergbau	2014 Gruben	—	41958 Arb.	—	7569278 Thlr.

Benennung d. Betriebszweiges	Angabe der Betriebsanstalten.	Quantum der Produktion.	Anzahl der Arbeiter.	Geldwerth am Ursprungsorte.	Summa des Geldwerthes am Ursprungsorte.
II. Produktion des Steinbruchbetriebes.					
1. Kalkstein und Kalk	672 Brüche	304117 Tonn.	2214 Arb.	397208 Thlr.	
2. Gyps	143 =	53273 =	449 =	66607 =	
3. Bau-, Werk-, Sand- u. Bruchsteine	797 =	—	3519 =	212662 =	
4. Dachschiefer	373 =	—	1214 =	69223 =	
5. Mühlensteine	94 =	3114 Stück	349 =	43708 =	
6. Traß- und Traßsteine . .	50 =	51745 Tonn.	167 =	39138 =	
7. Flußspath	3 =	6683 =	27 =	4748 =	
Summa II. Steinbruchbetr.	2132 Brüche	—	7939 Arb.	—	833294 Thlr.
III. Produktion des Hüttenbetriebes.					
1. Eisen					
a. Roheisen in Gängen u. Nesseln	118 Hütten	1577574 Ctr.	3347 Arb.	3131027 Thlr.	
b. Rohstahleisen	13 =	123884 =	114 =	315643 =	
c. Gußwaaren aus Erzen .	76 =	407307 =	5620 =	1397751 =	
d. Gußw. aus Roheisen .	24 =	315457 =	1859 =	1561329 =	
e. Gefrischtes Eisen-					
α. Stabeis. u. gewalztes	491 =	1537454 =	4867 =	7700250 =	
β. Bleche	14 =	156325 =	520 =	1398553 =	
γ. Draht	78 =	107429 =	1097 =	899066 =	
f. Stahl	203 =	166842 =	1006 =	1467921 =	
2. Silber	4 =	23456 Mark	241 =	320797 =	
3. Bleische Produkte					
a. Kaufblei	23 =	17071 Ctr.	214 =	116058 =	
b. Kaufglätte	— =	15742 =	— =	111834 =	
c. Gewalzte Bleiplatten . .	— =	885 =	— =	8730 =	
4. Kupfer					
a. Gaarkupfer	13 =	19084 =	459 =	603979 =	
b. Verarb. Kupfer	37 =	19999 =	236 =	805379 =	
5. Messing	86 =	23961 =	3361 =	1360783 =	
6. Zink					
a. Platten- und Barrenzink	34 =	199779 =	1695 =	1588455 =	
b. Zinkbleche	1 =	21334 =	30 =	178013 =	
7. Blaue Farbe	3 =	6726 =	52 =	91122 =	
8. Arsenikprodukte	3 =	3341 =	9 =	21159 =	
9. Antimonium	2 =	1138 =	4 =	16309 =	
10. Quecksilber	—	—	—	—	
11. Alaun	15 =	56244 =	391 =	288288 =	
12. Vitriol					
a. Kupfer-Vitriol	4 =	4454 =	122 =	53139 =	
b. Eisen-Vitriol	5 =	24886 =	63 =	40075 =	
c. Gemischt. Vitriol	— =	5782 =	— =	30392 =	
13. Schwefel	2 =	783 =	— =	3134 =	
Summa III. Hüttenbetrieb	1249 Hütten	—	25307 Arb.	—	23509186 Thlr.
IV. Produktion des Salinenbetriebes.					
1. Kochsalz, weißes	21 Salin.	47806 Last	2184 Arb.	1364153 Thlr.	
2. Kochsalz, schwarz. u. gelb.	—	366 =	—	4206 =	
3. Düngergyps	—	34404 Schfl.	—	10255 =	
Summa IV. Salinenbetrieb	21 Salin.	—	2184 Arb.	—	1378614 Thlr.
Summa Summarum	5416 Werke	—	77388 Arb.	—	33290372 Thlr.

Einleitung.

Der Bergbau ist die unmittelbarste Quelle einer blühenden Handelsthätigkeit, weil er der Industrie die meisten Rohstoffe liefert. Die meisten Staaten können sich in ackerbaulicher Beziehung selbst genügen, durch die ungleich vertheilten Mineralreichthümer wird aber ein nothwendiger Austausch zwischen ihnen hervorgerufen. Und in der That sind diese Schätze keineswegs im Verhältnisse zu der Ausdehnung der Staaten auf der Oberfläche des Erdballs vertheilt; so sind z. B. alle Erzgruben auf einigen unbedeutenden Landesstrichen concentrirt, während ungeheure Flächen durchaus keine davon aufzuweisen haben. Die Steinkohle wird ebenfalls nur in sehr beschränkten Gebieten gefunden und zwar nur im westlichen Theile Europa's, wo diese Gebiete fast zusammengehäuft liegen.

Außer dieser ungleichen Vertheilung, trägt die industrielle Fähigkeit der einzelnen Völker in bemerkenswerther Weise noch zum Emporblühen des Bergbaus bei, und es besteht gewissermaßen ein bestimmtes Verhältniß zwischen dem Grade der Civilisation eines Landes und den Vortheilen, die es aus den Reichthümern seines Bodens zu gewinnen weiß. So bietet die Geschichte des Bergbaus nicht allein der Neugierde ein Interesse dar, sondern die durch die Sage aufbewahrten Ueberlieferungen sind auch von dem allerhöchsten Werthe in der Erforschung gewisser Gegenden, wo sie häufig die Veranlassung zu glücklichen Unternehmungen wurden. Es ist also von Wichtigkeit, die Bergbaugegenden, wie sie nach und nach in der Geschichte auftraten, kennen zu lernen und so viel als möglich die Gründe aufzufassen, welche deren bergmännische Thätigkeit zum Erliegen brachten, um von diesen Dokumenten so viel zu erlernen, die Lagerstätten, deren Verhältnisse der gegenwärtigen Epoche noch entsprechen, wieder aufnehmen zu

können und jene liegen zu lassen, die ihr ins Leben treten nur speciellen Umständen, welche heute nicht mehr existiren, zu verdanken hatten.

Unter der römischen Herrschaft blühte der Bergbau schnell empor und alle Gegenden, die von den Römern einen kräftigen Organismus erhielten, mußten zu dem jene Zeiten characterisirenden Luxus in den Metallen beisteuern.

Plinius und Strabo bezeichnen Spanien und Gallien als die Hauptquellen der Metalle. Gallizien und Asturien brachten jährlich allein an 40,000 Mark Gold hervor; die Cassischen Gebirge lieferten das Zinn; die Queckfilbergruben blühten in der Umgegend von Cordova; Gallien und Gallizien versandten Blei und Silber im Ueberfluß.

Nach Tacitus waren die Kupfer- und Zinngruben auf der englischen Küste schon entdeckt: man kannte gleichfalls einige Goldgruben in Siebenbürgen, die größte Quantität Gold aber kam aus Asien. Schlesien und die Insel Elba lieferten das Eisen. Italien endlich producirte Kupfer in Menge, welches damals um so kostbarer war, da man den Gebrauch des Gußeisens noch nicht kannte.

Ein Blick auf die Ruinen jener Zeit giebt eine Vorstellung von der gewaltigen Ausdehnung, welche damals die Production der Bronce gehabt haben muß. In der That wurde dieses Metall nicht nur von Handwerkern zu Werkzeugen benutzt, man findet es selbst in den Wasserleitungen, ja in den Grubenstrecken vor, wo Hämmer, Keile und Brechstangen daraus bereitet waren. Ganz insbesondere indeß wurde dieses Metall zu Schmuckwerken verwandt. — Die St. Peter-Kirche in Rom verdankt ihren Reichthum an Bronce dem Pantheon und die aus den kleinen Städten Herkulanum und Pompeji ausgegrabenen Broncen genügten zur Ausschmückung eines Museums, welches in dieser Beziehung das reichste in Europa ist.

Dieser Ueberfluß scheint zu Anfange schwer mit der damals geringen Entwickelung der Bergbaukunst in Einklang zu stehen, denn die Ruinen jener unterirdischen Werkstätten sind auch bis zu uns gelangt. Sie bilden in der Regel große Weitungen oder Höhlen, die unter sich durch gebrächige und schwer zu befahrende Strecken verbunden und mit dem Tage durch nahe neben einander stehende und unregelmäßig niedergebrachte Schächte communiciren.

Am merkwürdigsten tritt indeß aus diesen Bauen die gänzliche Unwissenheit über das Fortsetzen der Lager oder Gänge im Streichen oder Fallen hervor, Kenntnisse, die zur Zeit des Mittelalters um Vieles mehr verbreitet waren und in Anwendung kamen, wo deshalb die

Grubenbaue den Stempel größerer Sicherheit und Regelmäßigkeit tragen, der sie vollkommen von den früheren Betrieben unterscheidet. So wurden in den ältern Bauen die Wasserhaltung und Erzförderung durch Menschenarme allein besorgt; niemals fuhr man deshalb zu bedeutenden Tiefen nieder. Die Leichtigkeit der ersten Baue kam deren Betrieb zur Hülfe und ergänzte das Ungenügende der Vorrichtungen; besonders mußte der Metallpreis damals um Vieles höher stehen, um derartige Arbeiten ergiebig zu machen, und man findet in der That, daß ihr Werth, mit den Kornpreisen verglichen, um fünfmal höher als heute stand. Endlich war damals der Bergbau nur eine Erwerbsquelle für den Staat; er wurde durch Sklaven betrieben und diese Unglücklichen wurden mit solcher Härte behandelt, daß sie sich sehr oft selbst das Leben nahmen.

Mit Hülfe all dieser Mittel waren also die Römer im Stande, so arme Lager und Gänge zu bebauen, die heute trotz aller Hülfsmittel moderner Industrie als unbauwürdig dastehen, wozu noch hinzukommt, daß, wenn die Metallurgie heute auch einfachere und bestimmtere Prozesse hat, die Römer in dieser Beziehung dennoch nicht so niedrig standen, wie in der Bergbaukunst im eigentlichen Sinne; daß sie endlich über Brennmaterial ohne allen Werth, über thätige und wenig kostbare Tagelöhner disponirten. In den metallischen Districten Italiens findet man Thäler, die gänzlich mit Schlacken angefüllt sind, und welche den Beweis eines mehrere Jahrhunderte lang stattgefundenen und wohlorganisirten Hüttenbetriebes liefern.

Der größte Theil des durch die Römer hervorgerufenen Bergwerkbetriebes ging zur Zeit der Völkerwanderung unter. Die eindringenden Horden beraubten die Städte des Kaiserthums; die Denkmäler wurden als wahre Fundgruben betrachtet und auch dann zerstört, wenn sie den Räubern nur die Anker und Bänder lieferten, mit welchen die Steine verbunden waren. Nur erst wieder gegen das siebente Jahrhundert findet man in den Annalen der Geschichte einzelne Notizen über die Wiederaufnahme von Grubenbauten, welche durch die Nothwendigkeit einer neuen Civilisation geboten wurde. Im achten Jahrhundert entwickelt sich ein großartiger Bergwerksbetrieb in Tyrol, Mähren, Böhmen und Ungarn; die Harzer Gruben wurden im Jahre 965 entdeckt und im Laufe des elften Jahrhunderts kamen die Sächsischen in Angriff. Das Gebiet des Bergbaues vergrößerte sich durch die Auffindung der schwedischen Silbergruben, der mansfeldischen Kupfergruben (1200) und endlich durch die ersten Steinkohlenförderungen zu Newcastle im Jahre 1240.

So entwickelte sich der Bergwerksbetrieb gleich der Civilisation, d. h. von Süden nach Norden; nach der afrikanischen Küste kam die Reihe an Spanien und Italien, dann folgten Gallien und Germanien; endlich kamen Thüringen, England und Schweden: als dieses neue Leben durch die Entdeckung Amerikas im J. 1492 und die daraus hervorgehende Verschleuderung kostbarer Metalle in seinen tiefsten Grundfesten erschüttert ward. Nun aber fand die europäische Production in Deutschlands und Ungarns Gruben eine außerordentliche Stütze und im sechszehnten wie im siebenzehnten Jahrhundert kam dieser Betrieb durch das Studium und die regelmäßigen Vorrichtungen der Gänge, die Schöpfung der hauptsächlichsten Abbauarten, die Vervollkommnung der Förder- und Wasserhaltungsmethoden, zu einer ganz besondern Bedeutsamkeit. Im Jahre 1632 wurde das Pulver zur Gesteinsgewinnung angewandt und gegen 1700 legte man die ersten Leitwege zur Förderung an.

Die europäischen Gruben, die zuerst in der Förderung kostbarer Metalle beschränkt waren, fanden in diesen Fortschritten und der vergrößerten Consumtion genügende Mittel, sich trotz der amerikanischen Concurrenz zu erhalten.

Vom Anfange des funfzehnten Jahrhunderts an schreibt sich das Uebergewicht der englischen Gruben her. Die Kupfer- und Zinngruben von Cornwallis, die Bleigruben von Derbyshire und Cumberland, die Eisengruben von Staffordshire und Wallis, endlich der englische Kohlengrubenbetrieb im Allgemeinen haben dies bevorzugte Land an die Spitze der Bergwerksproduction gestellt.

Frankreich hatte im Laufe des achtzehnten Jahrhunderts eine Periode ausgezeichneter Thätigkeit. Zu dieser Zeit kamen die Gänge Ste. Marie aux Mines, die von Giromagny und von Plancher aux Mines, die in der Bretagne von Oisans, in der Auvergne und in den Sevennen in Betrieb. Leider aber wurden diese ersten Bauten, die bei ihrem Beginn so glänzend waren, ohne Behutsamkeit geleitet. Nichts wurde zur Sicherung des Baues für die Zukunft unternommen, und als die Teufe der Gruben unter der Wasserfläche zunahm, oder ein allmähliges Aermerwerden der Gänge und die Concurrenz des spanischen Bleies den Betrieb schwieriger und weniger ergiebig machten, wurden diese Gruben nach und nach aufgegeben. Kaum erkennt man jetzt noch jene Zeit, die schwerlich wiederkehren wird, an den Gruben von Villefort, Poullaouen und Pontgibaud.

Das Vorhandensein alter Grubenbauten giebt oft Veranlassung, dieselben wiederum aufzunehmen, und doch ist dies eben ein ungünstiges Anzeichen, weil die reichsten und am leichtesten zugänglichen Erz-

parthien aufgefahren und ausgebeutet sind und weil der mit Bergen ausgefüllte alte Mann die Regelmäßigkeit einer neuen Grubenvorrichtung behindert und sie öfters durch gefährliche und fruchtlose Arbeiten unterbricht. Ueberlasse man nur zehn Jahre lang die Harzer Gruben dem so reißend zerstörenden Einflusse eines ungeordneten Betriebes, so werden die zur Hervorrufung eines geregelten Baues verwandten Capitalien dennoch keine Ausbeute liefern, da der heutige Gewinn von neuem verwandt werden müßte, um den zukünftigen einigermaßen sicher zu stellen.

Das achtzehnte und neunzehnte Jahrhundert zeichnen sich durch eine ganz gewaltige Eisenproduction in England, Frankreich und Belgien aus, und die Kohlengruben folgten diesen reißenden Fortschritten, welche sie erzeugt hatten. Die Betriebsthätigkeit in den Bleigruben Spaniens, in den Zinkgruben Schlesiens und Limburgs ist gleichermaßen einer der charakteristischen Züge der Productionen dieser Zeit. Endlich erhob sich Rußland rasch zum ersten Range bergbautreibender Staaten durch seine Gold-, Platin- und Kupfererzförderungen.

Die europäischen Staaten können auf folgende Art in Rücksicht ihrer Produktion roher Metalle classificirt werden: Rußland, welches jetzt den zweiten Rang einnimmt, käme nach Oesterreich, sobald man die in Asien gewonnenen Bergbauprodukte hier nicht hinzurechnete:

	Millionen Fr.		Millionen Fr.
England	440	Schweden und Norwegen	54
Rußland und Polen .	135	Preußen	49
Frankreich	132	Belgien	40
Oesterreich	67	Toskana	15
Deutscher Bund . . .	62	Piemont und Savoyen	11
Spanien	54	Dänemark	9

Wenn man jetzt diese Werthe, deren Summe sich auf mehr als auf eine Milliarde erhebt, detaillirt, so wird man finden, daß es Staaten giebt, die für sich allein fast die ganze Menge gewisser Metalle produciren.

	Zinn.	Kupfer.	Quecksilber.	Zink.	Blei.	Silber	Gold.	Stab-Eisen.	Guß-Eisen.
	Ctr.					Mark.	Mark.		
Britische Inseln	43000	144500	—	25000	275000	12000	—	3690000	7200000
Rußland u. Polen	—	39400	—	50000	7000	77000	24000	1200000	2000000
Frankreich . .	—	1000	—	—	4700	6627	—	2048000	3083000
Oesterreich . . .	380	42000	3000	900	54000	85000	4500	850000	?
Schweden u. Norwegen . . .	750	14800	—	3500	500	20700	7	1000000	?
Spanien . . .	—	300	20000	1000	250000	—	—	180000	?
Preußen . . .	—	6400	—	6000	71000	20000	—	800000	?
Deutscher Bund	3500	23000	7600	—	96000	105000	120	820000	?
Belgien und die Niederlande .	—	—	—	20000	4000	700	—	600000	1350000
Piemont, Schweiz, Savoyen . .	—	—	—	—	4000	2500	25	255000	?
Dänemark . .	—	8500	—	—	—	—	—	135000	?
Toskana, Elba u. Italien . . .	—	—	—	—	—	—	—	280000	?

Die Production der übrigen Welttheile ist nur insoweit bekannt, als dieselben in Handelsverbindung mit Europa stehen. Der amerikanische Grubenbetrieb liefert z. B. $\frac{11}{14}$ des jährlich erzeugten Goldes und Silbers; Peru producirt den größten Theil des verarbeiteten Platins; Chili und Mexiko eine so bemerkenswerthe Quantität Quecksilber, daß die europäische Einfuhr zur Behandlung der Gold- und Silbererze eine empfindliche Verminderung erlitten hat. In den reichen Gegenden Asiens aber genügt die Production zum großen Theil sich selbst, ohne daß wir ihre Hülfsmittel kennen. China z. B. erzeugt Eisen und Kupfer im Ueberfluß.

Banca und Malacca in Indien exportiren eine Quantität Zinn, die zum doppelten Betrage der europäischen Production angeschlagen wird.

Die folgende Uebersicht wird eine Vorstellung der Vertheilung des gegenwärtig erzeugten Goldes und Silbers liefern:

		Mark Silber.	Mark Gold.
Amerika . . .	Brasilien . . .	—	22,600
	Mexiko	2196,000	16,000
	Peru	600,000	4,000
	Buenos-Ayres .	525,000	2,000
	Chili	250,000	11,500
	Columbien . .	1,200	18,000
	Vereinigte Staaten	130,000	10,000
Asien (ausgen. Rußland)	Thibet	?	15,000
	Indische Inseln .	?	5,000
Afrika . . .	Die südliche Küste	?	16,000

Diese Uebersicht giebt nur eine Idee der durch den Erzbau erzeugten Werthe, aber das Bereich des Grubenbetriebes findet da noch nicht seine Gränzen: die brennbaren Fossilien, das Steinsalz, die zur Architektur angewandten Felsarten aller Art bilden einen Theil der Industrie, der sich einer noch allgemeineren Verbreitung und größeren Wichtigkeit erfreut.

Um nur von Frankreich zu reden, so beutet man dort ungefähr 300 Gruben auf brennbare Fossilien aus und 22000 Arbeiter fördern jährlich 32 Millionen metr. Cent. In all den Steinbrüchen, welche regelmäßig betrieben werden, erzeugt man durch 70,000 Arbeiter jährlich einen Werth von 50 Millionen Fr.

Die Bergwerksproduction Frankreichs ersieht man aus folgenden Angaben:

	Metr. Ctr.	Werth.
Steinkohle	32,000,000	30,000,000 Fr.
Torf	4,472,000	3,652,000 =
Asphalt	25,000	456,000 =
Steinsalz	500,000	4,600,000 =
Alaunerde	120,000	1,780,000 =
Steinbrüche aller Art . . .	—	50,000,000 =
Eisensteine	40,091,000	13,500,000 =
Verschiedene Erze	280,000	626,000 =
		104,804,000 Fr.

Dieser Werth wird durch die Hüttenproduction

Für das Eisen um	116,830,000 Fr.
Für die andern Metalle um	756,000 =
	d. h. auf 222,390,000 Fr.

vermehrt.

Fügt man nun zu dieser Abschätzung, welche auf der Halde der Gruben oder Steinbrüche oder in den Hütten angestellt wurde, den Betrag hinzu, der aus dem Transport und der Bearbeitung hervorgeht, so gelangt man für den Nationalreichthum zu einer bedeutenden Zahl. Diese Zahl wächst übrigens mit jedem Jahre, denn Frankreich ist eins von den Ländern, wo noch am meisten für die Entwickelung des Bergbaues zu thun übrig bleibt. Unser Zweck in diesem Buche ist, alle Mittheilungen zu machen, welche zur Erkenntniß der Lagerungsverhältnisse nutzbarer Fossilien führen können und die uns bei deren Bau lei-

ten müssen. Wir werden es also in zwei Abtheilungen bringen: die erste bleibt dem Studium der Lagerungsverhältnisse gewidmet, d. h. der Natur und Eigenschaft der Vorkommnisse, ihrer geognostischen Stellung und ihres Ursprungs; in der zweiten werden wir all die Methoden und Vorrichtungen auseinandersetzen, die zu dem Grubenbetriebe selbst gehören.

Erste Abtheilung.

Von dem Vorkommen nutzbarer Fossilien.

Erstes Capitel.

Allgemeines Vorkommen.

Allgemeine Zusammensetzung der Formationen.

Die Aufsuchung und der Bau auf nutzbare Fossilien muß der Hauptzweck geognostischer Studien sein. Die Eintheilung in Formationen, die Beschreibung ihrer Charaktere, die Theorien ihres Ursprungs würden aufhören jenes hohe Interesse zu haben, wenn man in dieser Prüfung der Naturgesetze nicht einen Führer erkennen würde, um die Lagerungsverhältnisse nutzbarer Fossilien aufzufinden. Werner, der zuerst geognostische Grundsätze aufgestellt hat und die einzelnen Thatsachen in ein System brachte, welche bis dahin in der Erinnerung und Ueberlieferung der Bergleute lebten, gab zuerst der Wissenschaft jene praktische Richtung und stellte sie unter die Herrschaft des Bergbaues. Seine Werke, obgleich sie späterhin durch neuere Ansichten durchaus verändert wurden, sind auch jetzt noch bei Aufsuchung nutzbarer Lagerstätten gar häufig der beste Führer.

Werner theilte die Gebirgsmassen in allgemeine und besondere Felsarten ein, wo er unter den letzteren die Lager und Gänge verstand, welche bei weitem kleinere Räume einnehmen und in den ersteren vorkommen. — Die allgemeinen Felsarten bilden also jene mächtigen und weit ausgebreiteten Gebirgsmassen, deren Aufeinanderfolge bestimmten Gesetzen unterworfen ist. Ihre Zusammensetzung in Vergleich zu ihrer Wichtigkeit ist erstaunlich einfach; so bildet die Kieselerde eine sehr verbreitete Basis, sei es nun allein im Zustande von kompactem Quarz, Sandstein und Conglomerat; sei es in mechanischer und chemischer Verbindung im Granit und in allen abnormen Felsarten, dem Schiefergebirge ꝛc.

Die Kalkgebirge ausgenommen, bildet die Kieselerde $\frac{4}{5}$ der Felsarten; die Thonerde steht dem Verhältniß nach bei weitem tiefer, sie kommt indessen noch ziemlich häufig vor; der Feldspath, das Thongebirge, der Mergel, der Thonschiefer enthalten davon 13—15%. Nun kommt der Kalk, die Basis der Kalk- und Gypsgebirge, die in einzelnen Gegenden in großer Mächtigkeit auftreten, aber nicht so allgemein

vorkommen, daß es nicht große Strecken gäbe, wo, in Brasilien z. B., der Kalk nur sehr schwierig herbeigeschafft werden kann. Nach diesen Grundstoffen haben die andern in Bezug ihres Vorkommens eine untergeordnete Wichtigkeit und es ist allein deren technische Anwendung, wodurch sie überhaupt eine erhalten haben: so kommt das Eisen als färbendes Princip in geringer Menge zu 2—10% in den Felsarten häufig vor, seltener aber zu 40—50%, wo es sich lohnte, dasselbe zu verhütten; der Kohlenstoff ist noch weniger verbreitet, er bildet indeß die Basis aller verbrennlichen Fossilien. Das Kali im Feldspath, das Natron im Albit und Steinsalz sind die am wenigsten vorkommenden Bestandtheile in den allgemeinen Felsarten.

Die allgemeinen Felsarten können allein, wegen ihrer großen Verbreitung, die quarzigen, kalkigen oder thonigen Bausteine liefern; den Kalk, Gips, plastischen Thon und die Porzellanerde, d. h. die unentbehrlichen Materialien der bildenden Künste; einen Theil der Felsarten, welche zur Verzierung dienen, wie Porphyr, Marmor ꝛc.; die brennbaren Fossilien; einen großen Theil der Eisenerze und des Salzes; endlich eine Masse der in den Gewerben angewandten Materialien, wie den Sand zur Glasbereitung, die Mühl- und Schleifsteine, die lithographischen Steine ꝛc.; Materialien, die zu niedrigen Preisen herbeigeschafft werden müssen und deshalb keine großen Förderkosten tragen können.

In den Lagern und Gängen kommen sämmtliche Erze, mit Ausnahme einiger Eisenerze, und derartige Stoffe vor, die eben so kostbar sind, um gleich den Metallen durch geregelten Grubenbau aufgesucht zu werden; so z. B. die zur Bijouterie gehörigen und alle Edelsteine vom Diamant bis zum Bergcrystall. Die Eintheilung der Mineralien beruht also auf der Mächtigkeit und der Masse ihres Vorkommens. Es gehören dahin die Felsen, welche Mineralien oder Anhäufungen von Mineralien haben, und die so verbreitet sind, daß sie als die, unsere Erdrinde zusammensetzenden Massen betrachtet werden können, und die eigentlichen Mineralien, deren Vorkommen dem der Felsen untergeordnet ist, d. h. darin ausnahmsweise enthalten sind. —

Charakteristik der geschichteten und durch Feuer erzeugten oder abnormen Felsarten.

Die geognostischen Studien beschränkten sich lange Zeit auf die unmittelbare Untersuchung der Felsarten; man gab ihre mineralogischen Eigenschaften an, ihre Uebergänge, die Form und Verhältnisse ihrer Massen, ihrer Ueberlagerungen, die in ihnen vorkommenden Substanzen, und das nannte man damals die Lithologie einer Gegend ent-

werfen, und so beschrieb Werner Sachsen, Saussure die Alpen, Dolomieu die Vulkane. Als man so durch diese ersten Studien einen allgemeineren Ueberblick gewonnen, erkannte man, daß die Felsarten zwei Formationen bildeten, die sich während der Zeit geologischer Thätigkeit erzeugt hatten. Die eine verdankt ihren Ursprung dem Einflusse des Wassers, seinem Ueber- und Zurücktreten, und man versteht darunter das geschichtete Gebirge. Die zweite bildet die durch Feuer erzeugten Felsarten und wurde durch eine Thätigkeit hervorgerufen, die der analog ist, die jetzt noch Laven und vulcanische Ausbrüche auf die Erdoberfläche sendet. Diese Kraft ist das Resultat des feuerflüssigen Zustandes, in welchem unser Planet sich befand, und seines allmähligen Erkaltens, eine Thatsache, die heute von allen Geologen angenommen wird.

Unter den geschichteten Felsarten versteht man Aufschwemmungen und Zusammenhäufungen schon vorhandener Formationen, wie die Conglomerate, Sandsteine und Sand, die Thon- und Lehmgebirge; man versteht darunter ferner die durch chemische Niederschläge erzeugten Formationen, wie die kalkigen und gewisse kieslige Felsarten. Diese verschiedenen Niederschläge sind geschichtet, d. h. in einzelnen Schichten über einander gelagert, durch Versteinerungen charakterisirt und ihrem Alter nach durch verschiedene Fossilien und zufällige Substanzen mannigfacher Natur bezeichnet.

Die ungeschichteten Gebirge bestehen dagegen aus crystallinischen Felsarten, von denen ein großer Theil Analogien mit den vulcanischen Laven darbietet; die Form dieser Felsarten ist massig, mit Ausnahme des Falles, wo letztere in den Spalten der vorher schon gewesenen Felsarten eingedrungen und wo sie nicht in größerer Mächtigkeit auf der Erdoberfläche vorkommen.

Die Geognosie hat diese verschiedenen Formationen studirt: ihr auf einander folgendes Alter, ihre Zusammensetzung, ihre Mächtigkeit und Ausdehnung festgestellt; sie hat sie classifizirt, benannt, und bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft sind sämmtliche Bildungen in Formationen und diese in Glieder eingetheilt. So hat man die ältesten geschichteten Felsarten, die oft in einem halb crystallinischen Zustande sind und deren Schichtung gewöhnlich gestört wurde, Uebergangsgebirg genannt, weil sie gar gut den Uebergang der Felsarten, welche ausschließlich durch Feuer auf die Oberfläche geschafft wurden, zu denen bilden, die aus dem Wasser sich niedergeschlagen haben. — Diese Formationen bilden die höchsten Spitzen unseres Erdkörpers, denn sie sind in Folge ihrer Erhebung dem Agens

entgangen, das die besser charakterisirten geschichteten Felsarten nach und nach niedergeschlagen hat. Ihr Vorhandensein unter allen übrigen Formationen ist übrigens eine Thatsache, welche als gewiß betrachtet wird. Nach dieser Bildung wurde in weiten Becken die secundäre Formation niedergeschlagen, die ihren Ursprung mit größerer Evidenz beweist, da die Lager besser geschichtet und die thonigen und kalkigen Bestandtheile von durchaus erdigerem Bruche ihr Entferntsein von den crystallinischen Charakteren beweisen, und endlich fossile organische Reste, die meistens gut conservirt und bestimmbar sind, darin vorkommen. Dieser Formation folgt nunmehr das tertiäre Gebilde; hierauf die Allubialformation in kleineren Becken, deren Structur regelmäßig ist und die aus weniger compacten und dichten Felsarten besteht. — Während all dieser Bildungen hörte die Thätigkeit des unterirdischen Feuers nicht auf; die so erzeugten Felsarten gingen in ihrem Contacte mit dem ersten Niederschlagsprodukte in dieselbe über, wurden aber nach und nach charakteristischer und entschiedener.

Die unten mitgetheilte Uebersicht giebt eine Vorstellung von der Zusammensetzung unserer Erdrinde. Die durch Niederschlag erzeugten Formationen bilden vorzugsweise ein sehr wenig hüglichtes Terrain, wie die großen geognostischen Becken, in denen sich die secundären und tertiären Formationen concentrisch abgelagert haben.

Wenn man z. B. die in diesem Werke mitgetheilte Karte prüft, so sieht man, daß Paris und Bordeaux im Mittelpunkte von Becken liegen, die zu gleicher Zeit durch geognostische und hydrographische Linien bestimmt sind, und in welchen der Boden in der That geringe Erhebungen bildet. Die geschichteten Felsarten setzen ausschließlich den Boden dieser Becken zusammen, und wenn man dort Schächte abteufte oder tiefe Bohrlöcher niederbrächte, so würde man unter den Ablagerungen der Oberfläche nur ältere Formationen antreffen. Man könnte so eine ganze Reihe von Niederschlagsgebirgen durchteufen, wenn alle diese Formationen gänzlich ausgebildet wären, ohne auf dem Punkte, wo man die Bohrversuche machte, abnorme Felsarten anzutreffen, bevor man nicht die unterste Bildung der oberen Formation durchteuft hätte.

Die durch Feuer erzeugten Felsarten (massige) haben andererseits einen großen Antheil an der Zusammensetzung der Punkte, die über das Uebergangsgebirge hervorragen. Naht man sich diesen Gegenden, wie den Vogesen, Pyrenäen, Alpen und dem Centralplateau, Gebirgen, wo Flüsse entspringen, so sieht man die geschichteten Felsarten in ihrer Lagerung durch die durch Feuer erzeugten häufig gestört und durch einander geworfen.

Alluvialformation — Alluvialbildung und Torf. Alpinisches Diluvium. Löss.

Tertiäre Formation.

mittlere — Fahlun. Mühlsteine. Sandstein von Fontainebleau.

untere — Gyps. Grobkalk. Plastischer Thon.

Kreideformation — Weiße Kreide und Kreidemergel. Grünsand und Quadersandstein. Neocomien.

Secundäre Formation.

Jura — Oberer Oolith. Mittlerer Oolith. Unterer Oolith. Gryphiten-Kalk. Lias-Sandstein.

Trias — Keuper (Marnes irisées). Muschelkalk. Bunter Sandstein (Grès bigarré).

Zechsteinform — Vogesen-Sandstein (Grès des Vosges). Zechstein. Rothliegendes.

Kohlenform — Kohlengebirge. Kohlenkalk.

Uebergangsgebirge — Oberes Uebergangsgebirge. Mittleres Uebergangsgebirge. Unteres Uebergangsgebirge. Uebergangskalk. Thonschiefer. Glimmerschiefer. Talkschiefer. Gneiß.

Granit (alter).

Granitbildung — Feldspathführender Granit. Syenit. Protogyn. Quarzführender Granit.

Porphyrbildung (Periode der Metallbildung) — Trachytischer Porphyr. Eurit. Yenit, Eisenoxyd. Kupferhaltiger Amphibol. Serpentin. Ophit der Pyrenäen. Eupholit der Alpen. Trapp. Melaphyr. Diorit. Rother Porphyr. Quarzführender Porphyr.

Vulkan. Gebilde — Brennende Vulkane. Erloschene mit Kratern. Poröse Laven. Basaltkegel mit Kratern. Alter Basalt. Phonolith. Trachyt.

Es ist übrigens nicht allgemein anzunehmen, daß die durch Feuer erzeugten massigen Felsarten, besonders die Porphyre, in einer Gegend allein auftreten und einzelnen geschichteten Formationen besonders angehören. Die vulcanischen Bildungen nur correspondiren so ziemlich mit der tertiären Formation, aber alle übrigen abnormen Gebirge reichen durch alle Glieder der geschichteten Felsarten und haben dieselben überlagert oder durchbrochen. So hat man gewisse Granite von Dissant für jünger als den Jura erkannt, den sie durchbrochen und gehoben haben. In Toskana giebt es verschiedenartige Feldspathbildungen, die bald ein trachytisches, bald ein granitisches Aussehen haben (Insel Elba), welche den Serpentin durchsetzen, der wiederum das Kreidegebirge durchbrochen hat. Endlich sind die Ophiten der Pyrenäen jünger als das tertiäre Gebirge, dergestalt, daß die Porphyrperiode bis zu den jüngsten Bildungen hinaufreicht.

Man kann diese Porphyrbildung (das vorzüglichste Glied der durch Feuer erzeugten Felsarten) als zusammengesetzt von talkigen Gesteinen betrachten, welche zwischen zwei Feldspathformationen gedrängt dastehen; von diesen drei Bildungen können nur eine oder zwei allein ausgebildet vorkommen.

Charakteristik der metamorphischen Felsarten.

Die beiden Formationen der geschichteten und durch Feuer erzeugten oder abnormen Felsarten würden sehr leicht zu unterscheiden sein, wenn nicht eine dritte zwischen ihnen den Uebergang bildete, die zu gleicher Zeit der einen wie der andern gehört, eine Erscheinung, die fast überall im Reiche der Natur beobachtet wird. Zu jener neuen Formation gehören die metamorphischen Felsarten, die ohne alle Frage aus den geschichteten Gesteinen in ihrem Contact mit den vulcanischen Bildungen erzeugt worden sind.

Man kann den Einfluß des natürlichen Metamorphismus mit dem vergleichen, welchen wir durch das Feuer auf künstliche Weise zu erzeugen im Stande sind. Nimmt man z. B. aus dem Gestelle eines Hohofens die Gestellsteine heraus, so bemerkt man, daß die innere Seite derselben durchaus verändert ist und bis auf eine gewisse Stärke eine geschmolzene Masse bildet, die aus dem Gemenge des veränderten Gesteins mit den Materien zusammengesetzt ist, welche im Gestelle zur Schmelzung gekommen, während die äußere Fläche vollkommen unverändert geblieben.

Beobachtet man nun die ganze Bruchfläche des Gestellsteins, so findet man, daß es einen Uebergang zwischen diesen beiden äußersten

Zuständen giebt, der in seiner Beschaffenheit und wahrscheinlich auch in seinem Ursprunge den natürlichen metamorphischen Phänomenen analog ist, die sich ohne Frage nach einem bei weitem größeren Maßstabe entwickelt haben, in einer längeren Zeit und mit Hülfsmitteln welche ihre Wirkungen um Vieles höher stellten, als wir dies in unsern Laboratorien vermögen.

Die metamorphischen Felsarten bieten nicht nur eine Umänderung in der Structur dar, sondern zu gleicher Zeit auch mannigfache Modificationen in ihrer Zusammensetzung. In dieser Beziehung vermag die metamorphische Umänderung der Kalkformation uns am meisten über die Einzelnheiten dieser Erscheinungen zu belehren, weil jene ihrem Charakter und Ursprung nach am entferntesten von den durch Feuer erzeugten Felsarten stehen. Am meisten zeigt sich der Metamorphismus des Kalkgesteins in einer halb crystallinischen Textur, deren Intensität von dem Marmor bis zum fasrigen Kalke variirt. — Man kann diese Modificationen auch auf künstlichem Wege mit dem gewöhnlichen Kalkstein anstellen, wenn man denselben einem hohen Hitzgrade und zu gleicher Zeit bedeutendem Drucke aussetzt. Die organischen Ueberreste scheinen mit der Masse innig zusammen zu hängen, und da, wo ihre Textur durchweg crystallinisch ist, scheinen diese unversehrt darin eingeschlossen. Die Schichtung ist gleichfalls weniger bemerkbar, das Gestein massig, und die natürlichen Spalten weisen eher auf eine Zusammenziehung der schon gebildeten Massen, als daß dieselben durch allmähliges Ueberlagern einzelner Schichten erzeugt sein sollten.

Ein zweiter Grad der Umänderung ist bei weitem lokaler und zufälliger, und besteht in der Durchdringung der kalkigen Felsarten mit dem durch Feuer erzeugten Gestein; so tritt der Pyrenäen-Serpentin mit dem Kalkstein im Thale von Campan zusammen und erzeugt den grünen Marmor dieses Namens. Diese Art von Einwirkung erklärt sich selbst und bestätigt den Ursprung des Marmors, da dies aus dem innigen Contacte hervorgehende Resultat auf großen Strekken dieselbe eigenthümlich crystallinische Textur besitzt.

Bisweilen sind die Kalke, wenn sie in derselben Stellung wie die durch Feuer erzeugten Felsarten stehen, von einer oder mehreren crystallinischen Substanzen durchdrungen, welche ausschließlich den letzteren angehören. So giebt es Kalksteine, welche kleine Feldspath- und Glimmer-Crystalle enthalten (Hügel von Bonhomme), andere sind von Pyroxen durchdrungen (Traverselle), von Amphibol (Arendal), von Talk oder Steatit (Chamounithal am Montblanc), von Epidot

(Alathal und Arendal) ꝛc. Diese Umänderung ist auch eine Art Durchdringung; sie findet indeß selten in einer mächtigen Ausdehnung statt, aber immer noch häufiger als Durchdringungen von Mineralien, welche den abnormen wie geschichteten Felsarten durchaus fremd sind: in der Art kommen die Spinelle zu Aker vor, die Granaten zu Arendal, der Diallag, der Graphit und Condrodit in Schweden und endlich eine große Anzahl metallischer Substanzen, wie der Pyrit, Arsenikkobalt zu Tunaberg, Bleiglanz, das Eisenoxydul u. s. w.

Eine der merkwürdigsten und allgemeinsten Umänderungen besteht in der Bildung von Dolomit aus dem Kalkstein; ersterer hat sich in ungeheuren Massen in Tyrol gebildet, wo die mächtigen Juraschichten verworfen und durch das Hervortreten des Melaphyrs in Dolomit umgeändert wurden. Herr v. Buch hat auf die evidenteste Weise dargethan, wie das Hervortreten der dortigen Melaphyre im Zusammenhange mit der Umwandlung des Kalksteins in Dolomit steht, welcher letztere sich eben nur in der Nähe der Melaphyre und über denselben vorfindet, so daß diese offenbar jene Umwandlung durch ihren ursprünglich feuerflüssigen Zustand und Talkgehalt bewirkt haben. Diese Umwandlung ist übrigens kein specieller Fall für Tyrol, sie ist überall bei dem Contacte der talkartigen und durch Feuer erzeugten Felsarten mit dem kalkigen Gestein vor sich gegangen, in England, Frankreich, Italien ꝛc. Am merkwürdigsten hierbei ist, daß der chemische Metamorphismus gleich dem rein mechanischen auf so großen Ausdehnungen, vom Berührungspunkte an, seine Wirkungen hat ausüben können.

Diese verschiedenen Umänderungen der Kalksteine sollten sich bei allen übrigen Felsarten auch nachweisen lassen. Da indeß die mineralogischen Eigenschaften der letzteren weniger charakteristisch sind, so mußten die Wirkungen des Metamorphismus natürlich auch mit geringerer Klarheit hervortreten.

Man hat indeß mit großer Bestimmtheit die Veränderungen der quarzigen Felsarten erkannt, wie die Umwandlungen des körnigen Sandsteins in Quarzfels, eine Umänderung, die in gleicher Weise an den Gestellsteinen der Hohöfen vorgeht und welche den einfachsten Grad des Metamorphismus darstellt. Wie bei der Marmorbildung, so verschwand auch bei den Quarzfelsen die vorherige Schichtung und das körnige Gefüge; die Struktur wurde massig und brüchig, crystallinische Substanzen, wie der Turmalin, der Glimmer (Cornwall), der Talk, der Diallag, der Granat (Alpen), findet man darin häufig eingewachsen, und selbst Erze (Bleiglanz, Blende ꝛc.), welche alle sammt und sonders den abnormen Felsarten fremd sind, kommen darin vor.

Die thonigen Gesteine bestehen aus verschiedenartigeren Gemengtheilen, wie die vorhergehenden, und bieten auch mannigfaltigere Umänderungen dar, deren einfachster Grad durch ein Härterwerden, Verlieren der Plasticität bezeichnet wird, und welcher in dem Thonschiefer seinen Repräsentanten findet. — Der Thonschiefer zersetzt sich von Neuem; der Glimmer, ein Hauptbestandtheil desselben, crystallisirt von Neuem heraus, die Quarztheile suchen sich auf und vereinigen sich zu Mandeln und Kugeln; die Felsart geht in Glimmerschiefer über. Die Feldspaththeile, welche in gleicher Art in dem Thongesteine vorhanden sein können, crystallisiren und das Gestein wird Gneiß. Die zuerst zersetzten und durch den Einfluß von Wasser zerstörten Granite werden so durch Metamorphismus wieder erzeugt und bewahren kein anderes Zeichen ihres Uebergangs in den geschichteten Zustand, als jene blättrige Struktur, die den Gneiß charakterisirt.

So führt uns denn das Studium des Metamorphismus zu dem Schlusse, daß in den ältesten Zeiten die Formationen, welche bis zu uns durch spätere Einflüsse nur durchaus verändert gekommen sind, wie in der neuern Periode, nur aus kalkigen, quarzigen und thonigen Theilen bestanden; sie erklärt uns deshalb, wie der Jura und die Kreide in den Alpen eine crystallinische Textur und das Aussehen von Uebergangsgebirgen annehmen konnten, wenn sie auch ihrer Analogie nach mit den meisten Formationen derselben Epoche eine erdige Beschaffenheit (wodurch eben die geschichteten Gebirge charakterisirt werden) haben mußten.

Der größte Theil der crystallisirten Substanzen, welche sich in den mineralogischen Sammlungen vorfinden, gehören metamorphischen Felsarten an. So die verschiedenen Mineralien von Oissant: der Prenit, der Epidot, der prismatische Quarz, der Albit, der Anatas ꝛc., welche sich alle in thonigen Drusen des Jura, der durch den Einfluß des jüngeren Granit crystallinischer Talkschiefer (Stéaschiste) geworden ist, finden. Die mannigfachen Crystalle des Vesuv wurden nicht durch den Vulkan selbst herausgeworfen; sie kommen in dem umgewandelten Tuff von Somma vor und es gehören dahin der Idokras, der Glimmer, der Amphibol, der Granit und Wollastonit, der Nephelin, der Feldspath u. s. w. Die Mineralien auf dem St. Gotthardt, der Disthen, Staurolith, der Albit ꝛc. aus dem Alathale in Piemont, von Arendal in Norwegen u. s. w. kommen in kalkigen, quarzigen und besonders thonigen metamorphischen Felsarten vor. Endlich sind Letztere von metallischen Substanzen durchdrungen, die mitunter bauwürdige Gänge und Lager bilden: so zeigen der Kohlenkalkstein von Derbyshire und

Cumberland, die Kalk- und Quarzfelsen des Lias, die auf dem granitischen Plateau des mittleren Frankreichs abgelagert sind, daß die metallischen Substanzen, wie die Phänomene des Metamorphismus überhaupt, von einem Mittelpunkte aus rings herum sich verbreiteten, und zwar da, wo die abnormen Felsarten Spalten bildeten.

Diese Details über den Ursprung und die Zusammensetzung der einzelnen Formationen waren nöthig, um die Idee über den Unterschied festzustellen, der zwischen den Lagerungsverhältnissen vorhanden ist. Alles, was hier nur angedeutet, soll weiter unten näher entwickelt werden. Wir können jetzt nicht besser die praktischen Fragen zu entwickeln anfangen, als durch die Mittheilung eines raschen Ueberblicks der verschiedenen Anwendungen von jenen drei quarzigen, thonigen und kalkigen Felsarten, die verschiedenen Bildungsepochen angehören, und dann auch von den abnormen Gesteinen, die sich dazwischen gesetzt, eingekeilt und über die Oberfläche hin ergossen haben.

Anwendung der Gesteine zu Bauten.

Die allgemeinen Felsarten liefern alle Steine, welche zu Bauten und zum Pflastern angewandt werden, eben so einen Theil der nutzbaren Felsarten, die in den Gewerben und Schmucksachen ihre Anwendung finden. Wenige von diesen Materialien haben so viel Werth, daß sie bedeutende Transportkosten tragen könnten, und jedes Land mußte deshalb auf dem eigenen Boden den hauptsächlichsten Bedarf zu seinen Bauwerken suchen. So hat denn die geognostische Beschaffenheit einer Gegend einen merkwürdigen Einfluß auf die Form und den Charakter der sie bedeckenden Gebäude ausgeübt, ein Einfluß, der sich selbst bis auf die Künste und Sitten der Bewohner ausdehnt.

Der Granit findet sich fast überall in den Uebergangsgebirgen und liefert die festen, am wenigsten zerklüfteten und dauerhaftesten Pfeilersteine. Da dies Gestein aber schwer zu gewinnen und kostbar zu bearbeiten ist. so wird es in der Regel nur zu öffentlichen Gebäuden, zu Luxusbauten oder derartigen Vorrichtungen angewandt, die zur Vertheidigung dienen sollen,

Zu den Privatbauten mußte man minder theure Materialien suchen und das Uebergangsgebirge konnte nur quarziges oder schiefriges Gestein liefern, welches als Mauerstein angewandt wird und wenig geeignet ist, bei eleganten Bauten zu dienen: der Granit wurde allein zu der Einfassung der Mauern, der Umgebung der Fenstern, den Balkons, Pfeilern und Treppen benutzt. Der größte Theil der Gebäude,

welche in Gegenden errichtet sind, wo das Uebergangsgebirge zu Hause, und die daher aus solchen Materialien erbaut und mit wenig haltbarem und schwer zu unterhaltendem Mörtel bedeckt sind, zeigt deshalb ein nachlässiges Aussehen. So ist zum Theil die Stadt Lyon, wo der größte Theil der Häuser mit den aus Uebergangskalk errichteten öffentlichen Gebäuden im Contrast steht; so sind Brest und Cherbourg, wo dieser Contrast noch deutlicher an den großartigen Bauten der Kriegshäfen hervortritt. Der wenig glimmerhaltige gleichartige Granit ist also in den Uebergangsgebirgen der ausgezeichnetste Pfeilerstein; die schiefrigen Schichten dieser Formationen, so ungünstig für den Bau selbst, schließen außerdem den Dachschiefer ein, der die eleganteste und billigste Deckung abgiebt.

Der Granit und der Dachschiefer können einen bedeutenden Transport tragen; so fand man, daß in Paris die dauerhafteste und folglich billigste Felsart zur Einfassung der Trottoirs und Gerinne der bei Cherbourg gewonnene Granit ist. Mehr als Einmal wurde der Granit zu Zierrathen dorthin geführt; es genügt, die schönen Blöcke grauen Granits von Laber in der Bretagne zu nennen, aus denen das Piedestal des Obelisken von Luxor besteht, der selbst aus dem ägyptischen Rosengranit ausgeführt ist, und den schönen porphyrartigen Granit von Corsika, worauf die Vendôme-Säule ruht. Was nun den Dachschiefer anbetrifft, so erhebt sich dessen Förderung in der Umgegend von Angers jährlich auf fast 2 Millonen. Dieser Schiefer wird bis auf 100 Meter Teufe abgebaut und besteht aus einem mächtigen Lager in der sillurischen Formation; durch seinen regelmäßigen schiefrigen Bruch, feine und dauerhafte Textur, ist er für die praktische Anwendung von einer ausgezeichneten Beschaffenheit. Der Schiefer von Fumay in den Ardennen, welcher für das östliche Frankreich gewonnen wird, und der von Maurienne, den man in die südlichen Städte Frankreichs schafft, besitzt nicht so vorzügliche Eigenschaften und steht in keinem Vergleiche zu dem Dachschiefer von Tarentaise.

Die oberen Schichten des Uebergangsgebirges enthalten noch Lager von hartem, kompaktem, bisweilen crystallinischem Kalkstein von dunkler Farbe, der zu ganz ausgezeichneten Pfeilersteinen benutzt werden kann; diese Lager aber sind sehr häufig von Spalten durchzogen und die dort gewonnenen größeren Blöcke kommen deshalb theuer zu stehen. Kurz die Bauten sind in dem Uebergangsgebirge durch die in demselben vorkommenden Felsarten sehr wenig begünstigt, und wenn man bedenkt, daß diese Gegenden gemeinhin höher gelegen, daß

sie ferner bergig sind, so wird man nicht erstaunen, daß dieselben auch die am wenigsten bevölkerten sind und daß es ganz besonderer Umstände bedurfte, damit jene oben angeführten wichtigen Städte dort entstehen konnten.

Das secundäre Gebirge schließt den ausgezeichnetsten Baustein, den Kalkstein, im Ueberfluß ein. Der Kalk dieser Formation ist in der Regel sehr kompakt und folglich ziemlich kostbar zu bearbeiten, aber seine Festigkeit giebt den Gebäuden eine herrliche Dauer und widersteht der Witterung besonders gut. Zuerst giebt es in den untersten Schichten dieser Formation einen dunklen, mit weißen Adern durchzogenen Kohlenkalkstein, der mitunter eine Menge fossiler Ueberreste enthält, die sich auf dem dunklen Grunde mit weißen Farben abzeichnen.

Dieser kompakte und feste Kalkstein liefert nicht allein einen schönen Baustein, sondern auch den größten Theil des schwarzen, gefleckten oder geaderten Marmors, der in Frankreich petits granites genannt wird, und der uns zu geringen Preisen von Belgien geliefert wird. Diese für die Baumaterialien so ausgezeichnete Formation existirt in der That nur in Belgien und dem nördlichen Frankreich; man findet das Gestein im Ueberfluß bei den Gebäuden von Mons, Namur, Dinant, Tournay angewandt, wo es anderseits ein eben so vortreffliches Material zur Mörtelbereitung abgiebt.

Die Steinkohlenformation im engeren Sinne liefert nur einen graulichen Sandstein, der zu Bauten dienen könnte: St. Etienne ist davon gebaut. Sobald die Schichten gutartig und ausschließlich quarzig sind, wie die zu St. Etienne, so liefern sie ein sehr dauerhaftes Material. Edinburg und Bristol sind ebenfalls von Kohlensandstein erbaut. In Frankreich ist dieser Sandstein häufig mit leicht zersetzbarem Feldspath gemengt und folglich nicht sehr fest und dauerhaft Der Kohlenschiefer zersetzt sich an der Luft und darf selbst nicht als Mauerstein angewandt werden. Unsere südlichen Kohlenbecken sind also im Allgemeinen an Baumaterialien sehr arm; St. Etienne erhält übrigens von seinem Sandstein eine dunkle und traurige Farbe, die jedes andere Material vorziehen lassen würde, sobald man die Wahl hätte. Die behauenen Sandsteine haben ferner den Uebelstand, daß sie sich schlecht an einander fügen lassen und die Schärfe ihrer Ecken nicht bewahren; sind sie dagegen sehr hart, so haben die Bauwerke zweiter und dritter Klasse, welche die Bearbeitungskosten nicht tragen können, ein elendes Aussehen.

Die über der Kohlenformation gelagerten Sandsteinbildungen, d. h. der rothe und bunte Sandstein, liefern recht gute Materialien;

der bunte Sandstein besonders wird sehr von Bauleuten gesucht, weil er in Bänken bricht, deren obere Schichten eine geringere Mächtigkeit als die unteren haben, in der Art, daß die unteren Partien also sehr schöne größere Blöcke liefern, die mittleren flache Bruchsteine geben, die leicht und billig zu verwenden sind und gleichfalls Schleifsteine aus sich verfertigen lassen, wie in den Rheinprovinzen z. B., wo sie zu einer besonderen Industrie Veranlassung gegeben haben. Die fast schiefrigen Schichten endlich der obersten Partie liefern ein Material zum Dachdecken, das allerdings sehr schwer und wenig elegant, aber billig und dauerhaft ist. In den Vogesen wird besonders dieser Sandstein ausgebeutet, und der Münster von Straßburg, so kühn in seinen Formen und in den Details so gut erhalten, ist ein schlagendes Beispiel von dem großen Einflusse der Materialien auf die Gründung und Erhaltung der Monumente.

Ueber dieser Sandsteinformation liegt der Jura, das nützlichste Gestein, für den Luxus sowohl, als für die Armuth. Ich führe nur als damit gebaut die Städte Besançon, Nancy, Luneville, Metz, Dijon, Bourges, Poitiers, Niort, La Rochelle an, endlich Bayeux und Caen, dessen Steinbrüche St. Paul in London bauten und dessen Steine heute noch für alle Details der gothischen Architektur nach Antwerpen und Rouen gebracht werden. Die Monumente von Lyon, das Rathhaus, das Hospital, das Theater sind von Kalk von Villebois und Couzon gebaut worden; die Monumente von Nimes, die Arena, die Brücke über den Gard zeigen, daß die Römer noch eine größere Sorgfalt als wir auf die Aufsuchung und Wahl ihrer Baumaterialien setzten. Wenn man die Lage all dieser Städte prüft, welche die am besten construirten nach den Hauptstädten sind, so sieht man, daß sie alle auf der halbkreisförmigen Juraerhöhung liegen, die das Kreide- und tertiäre Becken einschließt.

Die Kreide hat verschiedenartige Charaktere im nördlichen wie im südlichen Frankreich: im Norden findet man in der kreisförmigen Ausfüllung des tertiären Beckens bis zum Zutagetreten des Jura nur die weiße Kreide, die selten zu Etwas anwendbar ist und häufiger noch zur Mörtelbereitung als zum Baustein gewonnen wird; und den Kreidetuff, der, ohne eben ein wirklich fester und dauerhafter Baustein zu sein, dennoch den großen Vortheil gewährt, sich leicht gewinnen, sägen, behauen zu lassen und durch allmäliges Erhärten an der Luft eine genügende Festigkeit zu erlangen. Diese kostbare Eigenschaft wurde längs den Ufern der Loire benutzt: Orleans, Angers, Tours, Saumur sind mit Kreidetuff erbaut, Rouen und Havre sind in dem-

selben Falle, wenngleich das Bauen mit Ziegeln dort viel billiger ist. Die Kreide im südlichen Frankreich ist hart und würde sehr schöne Baumaterialien liefern, wenn sie nicht zu oft zerklüftet wäre; so bietet die Stadt Angouleme ausgezeichnete Bauwerke dar, die durchaus der Kreide zu verdanken sind. Wenn auch oft in der sekundären Formation aus allen Gliedern derselben und an vielen Punkten Bausteine gefördert wurden, so zieht man doch in vielen Gegenden die Anwendung der Ziegel vor, da die Schichten des Kalkgesteins gewöhnlich sehr zerklüftet und wenig gleichartig sind. In diesem Falle aber können die Angaben der geognostischen Karten benutzt werden, um die thonigen Schichten der Formation aufzusuchen. Dasselbe ist mit der Auffindung des thonigen Kalksteins der Fall, der für die Fabrikation des hydraulischen Mörtels so wichtig ist. Diese thonigen Schichten finden sich in den meisten Fällen auf der Absonderungsfläche, z. B. in der untersten Schicht der drei Oolith-Kalkgebilde; Herr Vicat, um seine Aufsuchungs- oder Förderungspunkte zu bestimmen, nimmt als Führer die Absonderungslinien an, welche auf der geognostischen Karte von Frankreich für die drei Oolithgebilde angedeutet sind, und die Steinbrüche von Pouilly, von Metz und die im Nivernais ꝛc. entsprechen der angeführten Behauptung.

Die sekundäre Formation führt allein die Thonschichten, welche zur direkten Bereitung des hydraulischen Mörtels passend sind. Eben so findet man in diesen Formationen so kompakte Kalksteine, daß dieselben als lithographische Steine benutzt werden können und man aus ihnen jene polirten Platten machen kann, die unter dem Namen der pierres de liais bekannt sind. In derselben Formation findet man endlich in ihrem Contacte mit den metamorphischen Felsarten die homogensten weißen und farbigen Marmorarten, die nur überhaupt zur Skulptur wie zu Ausschmückungen geeignet sind.

Die berühmten Marmorbrüche von Carrara und alle die übrigen in Toskana gehören dem Jura an, der in seiner ganzen Mächtigkeit durch das Hervortreten des Serpentins und Porphyrs umgeändert worden. Der Marmor der Pyrenäen gehört der Jura- oder Kreideformation an, deren Kalkschichten in Marmor durch ähnliche Agentien umgeändert wurden.

Die tertiäre Formation bietet in der Regel ganz eigenthümliche Charaktere in Bezug auf Form und Zusammensetzung dar, die besonderen Einfluß auf die Bauten gehabt zu haben scheinen. Die letzten Meeresgebilde constituiren in fast allen Ländern die niedrigsten Punkte, die Gegenden, welche am wenigsten durch nachfolgende Umwälzungen

gestört worden sind: weite mit einander in Verbindung stehende Thäler bilden die günstigsten Verhältnisse zu einer raschen Communication, die Flüsse sind dort mehr als irgendwo geeignet, den Wassertransport zu befördern. Das kaum hügliche Land der tertiären Becken mußte also die Bevölkerung hervorrufen, denn in Folge seiner Form und Lage erfreut es sich bei gleicher Breite mehr als die höher liegenden Formationen einer milderen, die Vegetation befördernden Temperatur. Man findet endlich in der so mannigfachen Zusammensetzung dieser Formation einen Kalkstein, dessen Bearbeitung leicht genug und dessen Dauerhaftigkeit dennoch genügend für das Bestehen größerer Bauwerke ist; den reinsten Töpfer- und Fayencethon, den Gips, der die Bauten so leicht und nett macht.

So haben sich denn auch fast alle Hauptstädte Europa's auf dem tertiären Terrain entwickelt: Paris, dessen Grobkalk es zur schönsten Stadt der Welt gemacht; Bordeaux, diese andere französische Hauptstadt, Marseille, Brüssel, Wien, London, stehen auf der tertiären Formation. Und in weniger berühmten Gegenden nach einem kleineren Maßstabe steht da nicht auch das schöne Thal der Limagne und das von Puy inmitten vulkanischer und granitischer Wüsten der Auvergne, des Velay und Vivarais, gleich einer Oase, die alle Schätze des tertiären Bassins vereinigt hat!

Das vollständigste tertiäre Becken, das von Paris, liefert nicht allein die Bruchsteine und den Gips für die gewöhnlichen Bauten, die Gestellsteine für die Façaden, den kompakten homogenen Kalk für die Monumente und großen Kunstbauten, sondern ist auch der gemeinsame Steinbruch für jene Constructionen, die ein Material verlangen, das zu gleicher Zeit den Erschütterungen wie der Feuchtigkeit in hohem Grade Widerstand leisten soll (Cloaken, Befestigungsmauern 2c.), den porösen kieseligen Kalk- oder Mühlstein, der von La Ferté-sous-Jouarre bis Amerika ausgeführt wird, den Sandstein zum Straßenpflaster, den reinsten Quarzsand für den größten Theil unserer Glashütten, den gemeinen Ziegellehm (Auteuil, Vanvres), den plastischen Thon für die Fayence (Montereau, Creil) und andere Gesteine zu weniger allgemeinem Gebrauche.

Die Alluvial-Ebenen bieten nichts weiter als schlammigen Thon zur Ziegelfabrikation (Saint-Quentin, Cambray); in den großen Ebenen ist man genöthigt, theils mit Lehm, theils mit Geröllen, Häuser von sehr geringer Festigkeit zu bauen, deren jammervoller Anblick die äußerste Armuth der jüngsten Gebilde zeigt. Man wendet indessen im westlichen Frankreich (Doué, Savigné) unter der Benennung von

Grison eine weiche Steinart an, die dem ältesten Alluvium angehört (Falhun de la Touraine). Ausnahmsweise schließen die Alluvialbildungen sehr bedeutende Blöcke ein, die man zu guten Baumaterialien brauchen kann. So werden in der Umgegend von Gröningen erratische Blöcke benutzt, die man durch Bohrversuche in dem sie bedeckenden Sande aufsucht.

Die Aufsuchung und Gewinnung der Bausteine wird selten der Gegenstand so ausgedehnter Vorrichtungen sein, daß hierzu die Angaben der Wissenschaft über Richtung und Fortstreichen der Becken und Lager erforderlich wären. Die seit Jahrhunderten in Betrieb stehenden Steinbrüche haben überall von selbst zur Genüge gezeigt, was man von ihrer Ausdehnung auch für die Zukunft zu halten, um so nicht in größere Tiefen niedergehen zu müssen, wodurch die Förderkosten bald unerschwinglich werden würden.

Man muß übrigens niemals aus dem Gesichte verlieren, daß in einer Formation gewisse Schichten, wie z. B. die Kalkschicht der großen Oolithformation, mehr als jede andere jene Festigkeit und Homogenität des Kornes und der Struktur besitzen, welche für gute Gestellsteine so nöthig ist, daß aber diese Eigenschaften nicht immer vorhanden sind. Sehr oft z. B. werden die Granite, die noch mehr als jede andere Felsart eine gleichartige Beschaffenheit haben, entweder zu zerklüftet, zerreiblich oder zu leicht zersetzbar sein, um gewonnen werden zu können, und die Arbeiter werden viel Gestein fortzunehmen haben, bevor sie eine Schicht antreffen, die alle wünschenswerthen Bedingungen erfüllt. Es genügt also nicht, auf eine Schicht gestoßen zu sein, die man brauchbar wähnt, man muß auch deren einzelne Theile aufsuchen, die den Anforderungen entsprechen; diese Aufsuchungsmethode kann wohl nicht gut anders als durch Tagebau vor sich gehen. Die festesten Theile der oberen Formationen bilden übrigens in der Regel hervorstehende Punkte, die in einem hohen Grade derartige Gewinnung erleichtern.

Die Produktion der Steinbrüche ist schwer zu bestimmen, weil von ihnen ein großer Theil nur für gewisse Bauwerke eröffnet und nach deren Vollendung verlassen wurde. In einzelnen Departements des südlichen Frankreichs, wo der größte Theil der Häuser aus Lehm gebaut ist, kann man weder den Werth noch die Menge der geförderten Materialien feststellen. Man schätzt ungefähr den Werth der Materialien aller Art, welche jährlich in Frankreich erzeugt werden, zu 60 Millionen Frcs. Auf diese Quantität kommen 40—50 Millionen, die in geordneter Weise durch fortwährend in Betrieb ste-

hende Steinbrüche geliefert werden; und die Bergwerks-Administration konnte die beigefügte Tabelle hiervon entwerfen, welche eine genaue Vorstellung der Vertheilung dieser Produkte auf den verschiedenen Terrains gewährt. Man sieht aus dieser Tabelle, daß 18,000 Steinbrüche regelmäßig durch 70,000 Arbeiter in Betrieb gesetzt werden und diese einen Werth von 40 Millionen hervorbringen, der durch den Transport in bedeutendem Verhältnisse noch wächst.

Detaillirt man nun die einzelnen Theile dieser Produktionen, so ersieht man, daß in der Rubrik „geschnittene oder polirte Steine" die Marmorarten hauptsächlich aus dem Kohlenkalke des Pas de Calais, aus dem Uebergangskalke der Umgegend von Avesnes (Nord), aus dem metamorphischen sekundären Kalke des Ariège-Departements und des Departements Bouches du Rhône (Tholouet, Cassin) kommen; die Mühlsteine werden zum großen Theil von dem kiesligen Kalke von La Ferté-sous-Jouarre (Seine et Marne) geliefert; die Feuersteine von dem Departement Loire et Cher, wo durch den Verkauf von 40 Millionen Feuersteinen ein Werth von 100,000 Fr. hervorgebracht wird; die Schleifsteine aus den Steinbrüchen von Bergerac (Dordogne), der Vogesen, der Marne und der Haute-Marne.

Die Baumaterialien im engeren Sinne, Mauer- und Pfeilersteine und die Pflastersteine bilden für sich allein die Hälfte des geförderten Werthes. Es ist übrigens natürlich, die hauptsächlichsten Fördermittelpunkte in der Nähe von großen Städten zu finden, denn alle diese Materialien tragen geringe Transportkosten. In der Produktion steht das Seine-Departement oben an, eben so die, welche es umgeben, Seine et Oise und Seine et Marne; dann kommt das Gironde-Departement, welches Bordeaux die ähnlichen Materialien aus der tertiären Formation liefert; das Departement Calvados, das zu gleicher Zeit die Steinbrüche im Oolithenkalke der Umgegend von Caen und des Granites bei Cotentin besitzt; der Jura vom Isere-Departement; der Uebergangskalk vom Departement du Nord (Avesnes); dann die vulkanischen Laven vom Puy de Dome; der Granit und der jüngere Kalk von der Rhone.

Diese Baumaterialien variiren in ihrer Förderung nach bestimmten Verhältnissen. In diesem Augenblick z. B., wo die Bauten in Paris einen momentanen Aufschwung durch die Festungsbauten erfahren, ist die Quantität der geförderten Baumaterialien mehr als verdreifacht. Die leeren Räume, welche also um und selbst unter Paris seit seiner Gründung gebildet wurden, sind ungeheuer. Ein Sechstel der Stadt, welches hauptsächlich die Quartiers St. Marcel, St. Jacques, St. Germain, Chaillot begreift, steht auf jenen Steinbrüchen, die un-

Departements.	Anzahl der im Betriebe stehenden Steinbrüche.	Anzahl der Arbeiter.	Werth der verschiedenen Produkte. Geschnittene u. pol. Steine zu Kunst- u. Schmucksach.	Bau-materialien.	Stein- und Schiefer-platten.	Porzellan- u. Thonerde.	Gips u. Kalk.	Mergel, Lehm und Sand.	Summa.
			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Ain . . .	92	456	—	362876	—	—	—	—	362870
Aisne . .	857	2096	—	104400	—	121000	80000	274000	579400
Allier . .	173	855	—	166700	—	19541	15000	—	201241
Alpes Basses . . .	21	144	—	—	6000	1700	12000	—	20500
Alpes Hautes . . .	33	146	—	7950	11906	—	4800	—	24656
Ardèche .	31	208	3000	200900	—	81800	720	—	286420
Ardennes	486	2843	15000	169560	1793945	—	—	—	1978505
Ariège . .	9	59	39000	—	600	—	—	—	39600
Aube . . .	75	333	—	125120	—	11687	—	—	136807
Aude . . .	153	518	44800	50996	—	32430	63720	—	191936
Aveyron .	150	366	—	32885	23533	—	485	—	56903
Bouches du Rhone .	124	1083	210000	144180	—	98612	67732	—	520424
Calvados	202	1707	—	837551	10360	30427	—	3500	881838
Cantal . .	21	61	—	17300	1400	2130	—	—	20830
Charente .	63	251	880	245250	—	—	10500	—	256630
Charente-Inférieure	21	384	—	193490	—	2800	1000	—	197200
Cher . . .	119	303	4500	63186	—	5007	6359	15000	94045
Corrèze . .	80	242	10000	40550	32400	3837	—	—	86787
Corse . . .	5	26	—	30000	8000	—	—	—	38000
Côte d'or	110	358	5400	123564	—	3600	178300	—	310864
Côtes du Nord . .	3	24	10530	2400	2400	—	—	—	15330
Creuse . .	60	171	—	22950	—	20000	—	—	42950
Dordogne	148	669	132520	239956	—	9693	1800	—	403969
Doubs . .	564	732	—	250000	—	—	1810	—	251810
Drôme . .	114	380	—	70000	—	58000	15400	—	143400
Eure . . .	378	947	10000	222958	—	49931	—	182784	465673
Eure et Loir . .	72	186	—	67201	—	—	—	5895	73096
Finistère .	44	703	—	107023	155800	2730	—	—	265553
Gard . . .	486	1210	250	537611	2800	78300	9790	—	631751
Garonne (Haute)	4	63	—	4235	—	—	—	—	4235
Gers . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gironde .	803	2081	—	1100240	—	15350	—	—	1115598
Hérault .	146	424	—	334015	8950	—	67875	—	410840
Ille et Vilaine . .	42	669	—	221647	208360	212	—	—	430219
Indre . .	171	594	66475	33970	—	3930	—	—	104375
Indre et Loire . .	154	263	—	105600	—	8090	—	—	113960
Isère . . .	110	927	—	704147	23737	8250	—	—	736134
Jura . . .	296	883	1800	250000	—	—	92178	—	343978
Landes . .	482	765	—	289104	—	65304	2094	—	356502
Loir et Cher . .	303	1023	57570	257750	—	9360	—	—	324680
Loire . . .	244	958	800	646325	—	162215	—	—	809610
Loire (Haute)	82	216	9000	63050	—	3870	20000	—	95920
Loire Inférieure	52	512	—	163464	142302	3755	—	—	309521
Lorret . .	198	926	25000	434440	—	141000	24000	240000	864740
Lot	135	472	12000	78665	—	3000	—	—	93663
Lot et Garonne .	156	736	—	359822	—	33371	—	—	392933
Lozère . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Maine et Loire . .	105	2366	—	503981	1420056	—	—	—	1924037

Departements.	Anzahl der im Betriebe stehenden Steinbrüche.	Anzahl der Arbeiter.	Werth der verschiedenen Produkte. Geschnittene u. pol. Steine zu Kunst- u. Schmuckfach.	Bausmaterialien.	Stein- und Schieferplatten.	Porzellan- u. Thonerde.	Gips u. Kalk.	Mergel, Lehm und Sand.	Summa.
			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Manche .	380	1051	13688	346374	52603	13415	—	200000	626085
Marne . .	166	597	57500	133470	—	34500	—	84000	309470
Marne (Haute)	186	471	74000	126665	3000	520	9435	2466	216086
Mayenne	342	4360	16500	746988	191500	73300	—	—	1128280
Meurthe .	331	1117	—	204785	—	7424	24159	—	236360
Meuse . .	350	1050	—	150000	—	—	—	—	150000
Morbihan	37	347	—	112600	—	325	—	—	204855
Moselle .	251	819	—	205272	—	2160	19800	—	227232
Nièvre . .	140	347	15000	30000	—	25000	49950	—	119958
Nord . . .	330	1600	200000	460000	—	200000	—	—	860000
Oise . . .	665	1960	—	300400	—	129100	12000	148350	589850
Orne . . .	231	610	—	259082	—	72000	—	45000	376082
Pas de Calais .	336	1846	857500	399783	—	—	—	—	1257283
Puy de Dôme .	363	1637	15000	810600	—	42000	170000	—	1037600
Pyrénées (Basses)	41	376	11875	155195	30122	—	—	—	197192
Pyrénées (Hautes)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pyrénées Orientales	89	280	—	25236	—	29400	21420	—	76056
Rhin (Bas) .	294	999	? 5000	199755	—	95414	36000	—	336169
Rhin (Haut)	342	734	—	229347	—	55817	17107	—	302271
Rhone . .	65	507	? 600	452200	—	32139	—	—	484940
Saône (Haute)	1368	1663	89234	61667	30412	11955	13072	—	206334
Saône et Loire . .	318	1767	35455	313388	—	36000	596653	—	970496
Sarthe . .	289	2633	46200	834640	37250	63680	—	—	981770
Seine . .	504	2254	—	2413212	75273	111102	1295057	—	3900654
Seine et Marne	687	3480	2500000	647000	—	210000	750000	210000	4317000
Seine et Oise . .	469	2038	30800	1375576	—	32075	504509	—	1942960
Seine Inférieure	106	500	—	109593	—	140300	—	—	235893
Sèvres (Deux)	10	47	4500	29960	—	—	—	—	34460
Somme .	396	785	—	478135	—	200000	—	—	678135
Tarn . . .	8	31	—	2375	—	—	—	—	2375
Tarn et Garonne	11	91	—	13725	—	—	—	—	13725
Var	339	714	3500	265200	—	9426	47733	—	325359
Vaucluse	64	263	—	24000	—	21500	34580	—	30080
Vendée . .	10	58	2250	30730	—	—	—	—	35980
Vienne . .	34	273	36000	92360	—	—	—	—	128360
Vienne (Haute)	65	805	—	68292	—	955680	—	—	324272
Vosges . .	433	1112	29145	262573	17612	30322	5035	—	344707
Yonne . .	82	310	—	111150	—	31187	—	—	142337
Alles in Allem .	18815	70396	4704772	22488488	4405254	3069007	4271903	1410995	40350419

ter dem Namen der Katakomben bekannt sind, und man schätzt die aus ihnen geförderten Materialien auf 11 Mill. Cub. Meter, von denen $\frac{1}{5}$ in Pfeilersteinen besteht. Man weiß, daß der größte Theil bedeutender Städte Katakomben wie Paris besitzt; die von Rom und Neapel sind berühmt und haben höchst wahrscheinlich denselben Ursprung.

Zwei Fördermittelpunkte tragen in bemerkenswerther Weise zur Dachschieferlieferung bei. Dies sind die Brüche von Angers (Maine et Loire) und die von Fumay (Ardennen), deren Uebergangsschiefer mehr als drei Viertel der ganzen französischen Produktion liefern.

Bei der Thongewinnung bemerkt man die Kaolin-Erde aus der Umgegend von Limoges (Haute-Vienne) und den feuerfesten Thon von Teil (Ardeche). Es folgen hierauf, ihrer Produktionszahl nach, alle Departements, in denen mit Ziegeln in Ermangelung besserer Materialien gebaut wird.

Unter den Gipsbrüchen versorgen die des Pariser Beckens den ganzen Norden von Frankreich. Der Süden wird vorzüglich durch die Gipslager der bunten Sandsteinformation von St. Leger-sur-Dheune und einiger anderer Punkte im Departement Saone et Loire versehen. Der tertiäre Gips von Puy de Dome, der vom Departement Cote d'or, aus der Umgegend von Aix und Carcassonne liefern gleichfalls eine große Menge zu Bauten oder zur Düngung.

Schließlich kommen unter den verschiedenen Erdarten die schwefelkieshaltige Thonerde von Soissonnais, die zuerst zur Alaunbereitung angewandt wird und deren Rückstand ein vielfach angewandtes Düngermittel abgiebt, und der Tang, ein kieselig kalkiger Seesand, der mit Salztheilen geschwängert ist und welchen man besonders auf den Küsten des Kanals gewinnt. Der geringe Werth dieses Düngermittels steigt durch Versendung dennoch auf mehr als 1 Mill. 5 hundert Tausend Frs.

livré par Laguiller

ter dem Namen der Katakomben bekannt sind, und man schätzt die aus ihnen geförderten Materialien auf 11 Mill. Cub. Meter, von denen $\frac{1}{5}$ in Pfeilersteinen besteht. Man weiß, daß der größte Theil bedeutender Städte Katakomben wie Paris besitzt; die von Rom und Neapel sind berühmt und haben höchst wahrscheinlich denselben Ursprung.

Zwei Fördermittelpunkte tragen in bemerkenswerther Weise zur Dachschieferlieferung bei. Dies sind die Brüche von Angers (Maine et Loire) und die von Fumay (Ardennen), deren Uebergangsschiefer mehr als drei Viertel der ganzen französischen Produktion liefern.

Bei der Thongewinnung bemerkt man die Kaolin-Erde aus der Umgegend von Limoges (Haute-Vienne) und den feuerfesten Thon von Teil (Ardeche). Es folgen hierauf, ihrer Produktionszahl nach, alle Departements, in denen mit Ziegeln in Ermangelung besserer Materialien gebaut wird.

Unter den Gipsbrüchen versorgen die des Pariser Beckens den ganzen Norden von Frankreich. Der Süden wird vorzüglich durch die Gipslager der bunten Sandsteinformation von St. Leger-sur-Dheune und einiger anderer Punkte im Departement Saone et Loire versehen. Der tertiäre Gips von Puy de Dome, der vom Departement Cote d'or, aus der Umgegend von Air und Carcassonne liefern gleichfalls eine große Menge zu Bauten oder zur Düngung.

Schließlich kommen unter den verschiedenen Erdarten die schwefelkieshaltige Thonerde von Soissonnais, die zuerst zur Alaunbereitung angewandt wird und deren Rückstand ein vielfach angewandtes Düngermittel abgiebt, und der Tang, ein kieselig kalkiger Seesand, der mit Salztheilen geschwängert ist und welchen man besonders auf den Küsten des Kanals gewinnt. Der geringe Werth dieses Düngermittels steigt durch Versendung dennoch auf mehr als 1 Mill. 5 hundert Tausend Frs.

Gravé par Laguillerm

Zweites Capitel.

Brennbare Fossilien.

Anthracit, Stein- Braunkohle und Torf.

Vorkommen dieser Fossilien in den einzelnen Formationen.

Die brennbaren Fossilien gehören hauptsächlich dem Kohlengebirge an, das in Frankreich ungefähr funfzig verschiedene Becken bildet, die meistentheils um das hervorragende Uebergangsgebirge herumgelagert sind, wie dies auf der beigefügten Karte (Taf. I.) näher zu ersehen ist. Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Formation ist, daß dieselbe nur abgesonderte und gewöhnlich sehr kleine Becken bildet: so machen alle funfzig Becken zusammengenommen in der That nur den zweihundertsten Theil von ganz Frankreich aus. England, in dieser Beziehung das begünstigste Land, zeigt das Verhältniß von 1:20, Belgien von 1:24. Das nördliche Frankreich würde, wie man sieht, keine Kohlen haben, wenn das bei Aachen anfangende und durch Belgien sich hinziehende Becken nicht unter Tage bis Valenciennes weiter ginge und dort nach und nach unter der Kreide fortsetzte.

England besitzt 1,570,000 Hect. Kohlengebirge, die aus folgenden Becken bestehen: 1) das große Becken im südlichen Schottland, das einen bedeutenden Theil des Landes zwischen Edinburg, Glasgow und Dumbarton konstituirt; 2) das Becken von Northumberland und Durham, noch bekannter unter dem Namen des Beckens von Newcastle; 3) das Becken von Derbyshire und Wallis. — Belgien zählt 150,000 Hect., Frankreich 280,000, und letztere bestehen aus dem Becken von Gard oder der Grand Combe, den Saône- und Loire-Becken (Blanzy, Creuzot, Epinac), denen von der Loire (St. Etienne, Rive de Gier) und dem nördlichen Bassin (Anzin, Denain, Douchy, Vicogne). Das Saarbrücker Becken in Preußen, die schlesischen Steinkohlengruben, die von Asturien und das Becken von Pennsilvanien sind nun noch die

Zweites Capitel.

Brennbare Fossilien.

Anthracit, Stein- Braunkohle und Torf.

Vorkommen dieser Fossilien in den einzelnen Formationen.

Die brennbaren Fossilien gehören hauptsächlich dem Kohlengebirge an, das in Frankreich ungefähr funfzig verschiedene Becken bildet, die meistentheils um das hervorragende Uebergangsgebirge herumgelagert sind, wie dies auf der beigefügten Karte (Taf. I.) näher zu ersehen ist. Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Formation ist, daß dieselbe nur abgesonderte und gewöhnlich sehr kleine Becken bildet: so machen alle funfzig Becken zusammengenommen in der That nur den zweihundertsten Theil von ganz Frankreich aus. England, in dieser Beziehung das begünstigste Land, zeigt das Verhältniß von 1:20, Belgien von 1:24. Das nördliche Frankreich würde, wie man sieht, keine Kohlen haben, wenn das bei Aachen anfangende und durch Belgien sich hinziehende Becken nicht unter Tage bis Valenciennes weiter ginge und dort nach und nach unter der Kreide fortsetzte.

England besitzt 1,570,000 Hect. Kohlengebirge, die aus folgenden Becken bestehen: 1) das große Becken im südlichen Schottland, das einen bedeutenden Theil des Landes zwischen Edinburg, Glasgow und Dumbarton konstituirt; 2) das Becken von Northumberland und Durham, noch bekannter unter dem Namen des Beckens von Newcastle; 3) das Becken von Derbyshire und Wallis. — Belgien zählt 150,000 Hect., Frankreich 280,000, und letztere bestehen aus dem Becken von Gard oder der Grand Combe, den Saône- und Loire-Becken (Blanzy, Creuzot, Epinac), denen von der Loire (St. Etienne, Rive de Gier) und dem nördlichen Bassin (Anzin, Denain, Douchy, Vicogne). Das Saarbrücker Becken in Preußen, die schlesischen Steinkohlengruben, die von Asturien und das Becken von Pennsilvanien sind nun noch die

einzigen, die eine bedeutendere Produktion geben, Die jährlichen Förderquanta werden übrigens zur Genüge andeuten, wie die hauptsächlichsten Kohlenbassins im westlichen Europa zusammengedrängt sind.

Diese Angaben lauten für das Jahr 1840 und sind folgende:

	Metr. Ctr.		Metr. Ctr.
Britische Inseln . .	260,000,000	Preußen	12,000,000
Belgien	34,000,000	Schlesien	3,000,000
Frankreich	32,000,000	Pennsilvanien	4,000,000

Die Steinkohle kommt in Flötzen vor und ihr Vorhandensein charakterisirt ganz besonders die Steinkohlenformation. Also über dem Uebergangsgebirge und unter der secundären Formation ist sie zu Hause; über dem Schiefergebirge, dem plastischen Thon und Trilobithenkalk, unter der porphyrhaltigen Sandsteinformation, dem Ammoniten-, Gryphiten- und Belemnitenkalk ꝛc.

Die Steinkohlenformation ist namentlich an dem eigenthümlichen glimmerreichen Sandstein und ihrem Schieferthon zu erkennen. In dem Sandstein sind die in gleicher Menge vorkommenden Feldspath- und Quarztheilchen mit Glimmerschüppchen gemengt und gehen in den unteren Schichten in ein grobkörniges Conglomerat über, welches offenbar ein Resultat der Einwirkung des Wassers auf das schon vorhandene Gestein ist. Der Granit und Gneiß gaben hauptsächlich die Bestandtheile dazu her, und man kann oft den Ort nachweisen, von wo sie herkamen. Der Schieferthon ist selten plastisch, aber verwittert sehr leicht und bildet den Uebergang von dem Thonschiefer des Uebergangsgebirges zum eigentlichen Thon der jüngeren Formationen: offenbar sind dies die zerstörten Theile der Sandsteingebilde, ein unreines Gemenge von Thonerde, Kiesel und Glimmer, deren einzelne Theilchen fein genug waren, um suspendirt bleiben zu können, und nur in den Epochen niederfielen, wo es ein stilles Gewässer erlaubte. Diese Gebirgsschichten wechseln unter einander unter häufigerem Dazwischenlagern des Sandsteins ab; alle sind meist durch Kohle gefärbt, die dem Ganzen die grauschwarze charakteristische Farbe abgiebt. Die Gegenwart der Kohle giebt sich noch durch das Vorhandensein der Sphärosiderite zu erkennen, die sich in einzelnen Bänken oder Nieren im Schieferthon eingeschlossen vorfinden, ferner durch viele Pflanzenabdrücke, endlich durch das öftere, aber nicht nothwendig erforderliche Vorkommen der bald fetten, bald mageren Steinkohlen selbst.

Die Wirkungen der allgemeinen Bildung der Steinkohlenformation waren so gleichmäßig und durchgreifend, daß selbst da, jedoch in seltenen Fällen, wo Steinkohlen in nicht zur Steinkohlenformation gehörigen Bildungen vorkommen, diese ihren Charakter verlieren und ganz den der eigentlichen Steinkohlenformation annehmen.

So ist das Terrain anthraxifère, welches der Steinkohlenperiode vorausgeht, und worin die magere Kohle vorkommt, die im westlichen Frankreich von Doué, Saint-Georges, Chatelayon, Haye-Longue, Montjean bis Mouzeil und Languin jenseit Nort ausgebeutet wird, von Feldspath, Glimmer und kohlenschieferhaltigem Sandstein mit Abdrücken von Calamiten, Farren und Sigillarien begleitet. Schwarzer Schieferthon mit Nieren von kohlensaurem Eisen kommt mitunter auch in den jüngeren Steinkohlenflötzen vor, die auf einzelne Punkte im Lias bei Milhau (Departement de l'Aveyron) und in Yorkshire sich beschränken.

Uebersieht man nun das verschiedenartige Vorkommen der Steinkohlen, so findet man letztere: 1) im Terrain anthraxifère, d. h. in den oberen Schichten des Uebergangsgebirges, selbst noch über dem Silluriensystem; 2) in der Steinkohlenformation im engeren Sinne; 3) in den bunten Mergeln des Keupers, wo die Kohlenflötze von Norcy und Gemonval vorkommen; 4) in der Liasformation.

Oberhalb der letzteren finden sich die Pflanzenüberreste nur als Braunkohlen. Man findet zwar mitunter zwischen den Braunkohlen, der Kreide und der tertiären Formation Partien, deren holzige Textur verschwunden ist und die ganz das Aussehen der Steinkohlen haben; dieser Fall aber kommt nur ausnahmsweise vor. So z. B. zeigen gewisse Lignite aus der Umgegend von Marseille, wozu nicht die der tertiären Schichten von Calabre gehören, den Bruch und die Eigenschaften der Steinkohlen, aber diese vereinzelt dastehende Thatsache, welche zwischen den Stein- und Braunkohlen denselben mineralogischen Uebergang bildet, der selbst zwischen den verschiedenartigsten Felsarten besteht, kann das Gesetz des allgemeinen Vorkommens nicht umwerfen, das durch geognostische Beobachtungen festgestellt wurde. Dasselbe ist mit dem Torf der Fall, der überhaupt nur der Alluvial- und der Jetztzeit angehört.

Die mageren Kohlen und der Anthracit scheinen im Allgemeinen älter als die fetten und leichter brennbaren Kohlen zu sein. Dies ergiebt sich aus dem Vorkommen der mageren Kohlen in dem westlichen Terrain anthraxifère von Frankreich. Im Norden liegen die mageren Kohlenflötze von Fresne, Vieux-Condé, Bruille offenbar un-

ter den fetten Kohlen von Anzin und Denain. Die Kohlenflötze, welche im Kohlenkalkstein von Chateau-L'abbaye gefunden worden, sind offenbar Anthracite. Der Anthracit aus der Umgegend von Roanne und der in den vereinigten Staaten kommt in den oberen Schichten des Uebergangsgebirges vor. Man muß indeß dieses noch weniger als in den vorhergehenden Fällen als etwas Absolutes betrachten, denn der Anthracit ist häufig nur umgeänderte Stein- und selbst Braunkohle. Die interessanten Beobachtungen des Herrn Elie de Beaumont über die Anthracite der Alpengegenden haben diese, übrigens leicht zu fassende, Thatsache bewiesen. Man kann also, jene Frage des Metamorphismus bei Seite setzend, die brennbaren Fossilien eintheilen:

Obere Schicht des Uebergangsgebirges oder Terrain anthraxifère.	Anthracit, unregelmäßige Flötze aus der Umgegend von Roanne, magere Kohlen im Departement Maine et Loire und Loire inferieure, pulvrige Kohle von Languin.
Steinkohlenformation.	Magere Kohlen (Sandkohlen); fette Kohlen (Sinterkohlen); fette Kohlen (Backkohlen); magere Kohlen mit großer Flamme in regelmäßigen Flötzen in fast allen Kohlenbecken.
Keuper und Jura	Steinkohle in schwachen und kleinen Flötzen, gewöhnlich unrein von Norch und Gemonwall, aus der Umgegend von Milhau; Anthracit aus dem Isere-Departement.
Kreide und tertiäres Gebirge.	Braunkohlen von Aix, von Soissonnais, Braunkohlen von Camargue aus der Umgegend von Marseille.
Allubial.	Erdiger und fasriger Torf aus dem Departement Seine et Oise, der Somme, des Aisne, der Loire inferieure ꝛc.

Unter diesen Brennmaterialien wählte Herr Regnault die charakteristischsten jeder Epoche aus und erkannte durch Analyse, daß die Uebereinstimmung der Eigenschaften aller brennbaren Fossilien mit den Pflanzen in einem wachsenden Verhältniß stände, und zwar, daß von den Anthraciten des Uebergangsgebirges bis zu den Braunkohlen der jüngsten Zeit, die brennbaren Fossilien-eine Reihe bilden, wo der reine C die Basis bildet und dieser sich nach und nach mit 4, 5 und 6 % H in gleicher Weise mit 4, 8, 12, 16 und 30 % O verbindet. Man kann

daher als Grundsatz, abgesehen von den metamorphischen Anomalien, annehmen, daß, je mehr Gase ein brennbares Fossil enthält und je größer das Verhältniß des O zum H, desto jünger das Brennmaterial ist.

Schürfen der Steinkohlen.

Die Steinkohlenformation ist die einzige, wo Flötze so häufig vorkommen, daß es zweckmäßig erscheint, Untersuchungen darauf anzustellen, ohne ein weiteres Anzeichen zu haben, als die Gewißheit des Vorhandenseins der Formation selbst; d. h. das Erkennen des Sandsteins und der Schiefer dieser Bildung. In allen andern Fällen kann man nur das Ausgehende eines Flötzes als das einzige Anzeichen der Gegenwart von Steinkohlen annehmen. In dem Terrain anthraxifère und der Steinkohlenformation bilden die schwarz gefärbten Schieferschichten, besonders wenn dieselben Pflanzenabdrücke und Nieren von kohlensaurem Eisen mit sich führen, ein fast gewisses Anzeichen von der Gegenwart der Steinkohlen.

Es können beim Kohlenschürfen drei Fälle vorkommen: entweder hat man 1) dieselbe in einem bekannten Becken zu suchen, wo an andern Punkten bereits gebaut wird; 2) das Weiterfortsetzen eines Kohlenbassins unter anderen übergreifenden Formationen zu suchen oder selbst a priori zu bestimmen, ob die Formation überhaupt existire; 3) die Kohle in dem Terrain anthraxifère, Keuper oder Lias, nach indirekten Anzeichen zu suchen, die man hierüber durch ähnliche Arbeiten schon gewonnen hat. Im ersten Falle muß die Untersuchung durch die Kenntniß der Verwerfungen und des Streichens der Flötze in dem Bassin, welches man bebaut, geleitet werden, und man kann als Grundsatz festhalten, daß allemal, wo in einem Becken das Streichen der Flötze nach einer gewissen Richtung hingeht und wo das Fallen gleichermaßen zu der Hoffnung berechtigt, in einer bestimmten Tiefe die Fortsetzung der bekannten Flötze wieder antreffen zu können, die Aufsuchung rationell ist und unternommen werden kann. Wenn in Folge des Nichtvorhandenseins oder bei zu großer Entfernung von schon im Betriebe stehenden Gruben man kein Anzeichen über das wahrscheinliche Vorkommen der Kohle hat, so kann letztere nicht anders aufgefunden werden, als durch eine Untersuchung der ganzen Mächtigkeit des Terrains oder aber, mit andern Worten, durch ein Bohrloch, das bis zu den untersten Conglomeratschichten oder bis zum Uebergangsgebirge niedergestoßen wird. Die ganz flötzleeren Steinkohlenbecken sind eine Ausnahme und es kommen in ihnen gewöhnlich nur einzelne

Stellen vor, die keine Kohlen haben, und ein fruchtloser Versuch auf einem Punkte darf deshalb nicht von einer Wiederholung an einem andern abschrecken. Es ist für den ersten Fall wenig zu bemerken; die nachstehenden Details über die Lagerung der Kohlenflötze zeigen, was man studiren muß, um den Werth der Anzeigen zu prüfen, die uns das Streichen und Fallen der Schichten an die Hand giebt.

Die Erschürfung des Steinkohlengebirges unter einer oder mehreren darüber gelagerten Formationen kann in verschiedenen Fällen vor sich gehen: einige Beispiele werden dies erläutern. Gewisse Kohlenbecken sind nur durch ihr Ausgehendes bekannt, das zum größeren Theile von jüngeren Formationen überlagert wird und wo dieses deshalb nur theilweise bekannt ist; die Analogie der einzelnen zu Tage gehenden Flötzchen, die Uebereinstimmung im Streichen und Fallen, endlich das Beispiel einiger im Betriebe stehender Gruben, in denen schon auf denselben Flötzen unter den überlagernden jüngeren Formationen gebaut wird, ließen in den meisten Fällen den Zusammenhang dieser einzelnen Flötztheile unter Tage vermuthen und ihre Vereinigung zu einem oder mehreren Bassins feststellen. Das ist z. B. in dem Saone- und Loire-Bassin der Fall, von dem $\frac{5}{6}$ mit rothen Sandsteingebilden der Triasformation überlagert sind, ferner in dem Bassin von Brassac, das nur an der nördlichen Gränze beim Zusammenfluß des Allier und Alagnon zu Tage geht, und von da unter der tertiären Formation sich verliert, so daß seine südlichen Gränzen unbekannt sind; in dem zum Theil durch den Lias überlagerte Becken von Alais und der Grand Combe, endlich dem großen nördlichen Bassin, das sein Ausgehendes zu Aachen, Lüttich und Charleroi hat, bei Mons indeß durch das Kreidegebirge überlagert wird und bei seinem Eingreifen in Frankreich unter der tertiären und Kreideformation nach West in die Teufe fällt.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß in all diesen Fällen die Erschürfung der Kohlen nicht allein durch den wichtigen Anhaltspunkt der bekannten Kohlenflötze selbst, sondern auch des einschließenden Uebergangsgebirges geleitet werden muß; daß der Schurfschacht so wenig als möglich von der Hauptaxe des Bassins abstehen muß, um es zu vermeiden, auf einspringende Stellen des Uebergangsgebirges zu stoßen; endlich daß die Schürfe in nicht zu großen Entfernungen von einander gemacht werden, denn das Bassin kann eine andere Richtung annehmen, sich verschwächen oder ganz und gar unterbrochen sein. Die Geschichte der Kohlenschürfe, die im Westen von Mons in der Umgegend von Valenciennes bis jenseits Douai ausgeführt worden, giebt

das lehrreichste Exempel ab, welches man in dieser Beziehung zu Rathe ziehen kann.

Diese Gruben kamen im Jahre 1734 nach 17 Jahren unermüdlicher Thätigkeit in Betrieb, nachdem man 14 Schächte in den Gemeinden von Fresne, Etroeux Quarouble, Bruay und Valenciennes abgeteuft hatte.

Der unglückliche Erfolg des ersten Angriffs konnte den Grafen Desandrouin nicht entmuthigen. Indem er das Streichen der Flötze vom Monser Becken verfolgte, langte er endlich bei Valenciennes an. Die Ueberlagerung des Kreidegebirges konnte seine Ueberzeugung nicht wankend machen, daß die Flötze in Frankreich fortsetzen, da selbst in Belgien auf mehreren Punkten das Kreidegebirge durchteuft werden muß, um das Kohlengebirge zu treffen. Das Streichen des letzteren war übrigens bei seinem Herannahen an die französische Gränze zu regelmäßig, als daß man hätte glauben können, dasselbe würde hier plötzlich aufhören.

Die Arbeiten wurden deshalb standhaft fortgesetzt. So entwickelten die Bergleute auf praktischem Wege einen der wichtigsten Grundsätze der Geognosie und so entdeckte die zur Erschürfung zusammengetretene Compagnie, Dank sei ihrer festen Ueberzeugung, nach einer Ausgabe von 3 Millionen die Flötze von Anzin. Es wurde dargethan, daß die Steinkohlenflötze auf der Gränze [illegible] eine Unterbrechung erführen, daß sie sich indeß in den Gemeinden von Anzin, Denain, Fresne, Vieux-Condé und Abscon von Neuem anlegten.

Seit dieser Zeit wurden noch die Flötze von Lourches bei Douchy, von Bruille und Chateau-l'Abbaye unter den großen Waldungen von Vicogne und von Aniche bei Douai aufgefunden.

Aus all diesen, seit einem Jahrhundert angestellten Untersuchungen konnte man schließen, daß das Kohlenbassin im Süden durch eine Linie begränzt ist, welche sich in fast gerader Richtung von Montigny-sur-Roc in Belgien nach Etroeux, St. Léger und Douchy wendet und hierauf nach dem Norden über Emerchicourt, Cantin und Corbehem geht. Im Norden wird die Gränze durch eine Linie gebildet, die zwischen Blaton und dem Walde von Condé ihren Ursprung hat und sich gegen Flines-les-Raches zwischen Douai und Orchies wendet.

Durch die Streichungslinie der Kohlenflötze und des Uebergangsgebirges geführt, wie man es bei den so eben erwähnten Grubenbetrieben gewesen, kann man in der Erschürfung des Kohlenterrains, wenn auch nicht mit vollkommener Sicherheit, wenigstens doch mit den Garantien vorwärts gehen, die von der Geognosie überhaupt geliefert wer-

den können; will man aber das Steinkohlengebirge a priori unter jenen ungeheuren tertiären und secundären Gebirgsschichten suchen, die es vielleicht bedecken, so kann die Wissenschaft nur sehr indirekte Anweisungen an die Hand geben.

Nehmen wir z. B. an, man habe die Absicht, das Kohlengebirge unterhalb Paris zu suchen. Die Streichungslinie des großen Nord-Bassins von Ost nach West zeigt, daß dieselbe Becken nicht unter Paris vorkommen könne. Die östlichen Kohlenbecken (Saarbrücken) eben so wie die südlichen, sind vollständig begränzt, kein Anzeichen kann also durch diese Becken gegeben werden. Paris steht im Mittelpunkte des tertiären Bassins, man müßte also alle Schichten desselben durchteufen; da dieses Bassin selbst aber nur über der Kreide lagert, die rings herum ihr Ausgehendes hat und deren Vorhandensein übrigens durch den artesischen Brunnen von Grenelle dargethan ist, so müßte man von Neuem auch diese Formation durchfahren, deren Mächtigkeit abermals 500 Meter beträgt. Der Jura, welcher nun das Kreidegebirg einschließt, zeigt dieselbe Wahrscheinlichkeit seines Vorhandenseins; seine fragliche Mächtigkeit ist wenigstens gleich der der Kreide: so würde denn schon ein Abteufen von mindestens 1000 Meter erforderlich sein. Hier aber angekommen, kann man von dem Steinkohlengebirge noch durch zwei andere Formationen getrennt werden, die Trias- und die Zechsteinformation. Nehmen wir an, diese seien nicht vorhanden, so dürfte dennoch gefragt werden, welch ein glücklicher Erfolg wohl von derartiger Unternehmung zu erwarten wäre.

Wenn man das zu Tage stehende Kohlengebirge mit den es bedeckenden Formationen vergleicht, so findet man, daß das erstere nur den vierzigsten Theil davon bildet. Die Ausdehnungsverhältnisse des bedeckten Kohlengebirges sind unbekannt; keine Betrachtung giebt uns hierüber genügende Aufschlüsse, außer die Thatsache, daß im Norden die Steinkohlenformation mehr entwickelt als im Süden ist. Nehmen wir das günstigste Verhältniß, welches England, wo die Proportion wie 1:20 ist, darbietet. Ist dies Verhältniß genügend, daß man sich einer Durchteufung von 1000 bis 1500 Meter armen Terrains unterziehen könnte? Die Antwort kann nicht anders als Nein sein.

Der Art sind die Betrachtungen, welche uns zur Lösung der Schurffrage führen können: die zu durchteufenden Formationen von dem angenommenen geognostischen Punkte an gerechnet, deren wahrscheinliche Mächtigkeit, dann endlich das muthmaßlich glückliche Resultat nach den bekannten Flächenverhältnissen, zu bestimmen. Hat man Steinkohle oder Anthracit in dem Uebergangsgebirge zu suchen, so

wird die Wahrscheinlichkeit eines glücklichen Erfolges um Vieles geringer als in dem Steinkohlengebirge selbst sein, weil sich hierüber durchaus nichts Hypothetisches vorher aufstellen läßt.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, was man bei dem Erschürfenwollen in den das Kohlengebirge überlagernden Formationen zu halten hat. Diese Versuche können nur auf ganz direkte Anzeichen, des Ausgehenden entweder, oder einer vollständigen Identität, die die aufgefundenen Felsarten mit denen haben, welche bekannte Kohlenlager begleiten, unternommen werden. Man kann z. B. dreist eine Schürflinie beginnen, welches auch das Terrain sei, wenn man in ihr nur bituminösen Schiefer mit Pflanzenabdrücken, von Kohle durchdrungene Masse und Nieren von kohlensaurem Eisen findet. Endlich findet man ein Flötz in größerer Tiefe sehr häufig bauwürdig, wenn auch dessen Ausgehendes völlig unbauwürdig war.

Die Braunkohlen können ebenfalls nur bei ausgehendem Flötze und durch bestimmte Anzeichen einer fortsetzenden Lagerstätte erschürft werden, denn sonst würde man durch ein Brennmaterial von sehr geringem Werthe in Arbeiten verwickelt werden, deren Resultate noch bei weitem ungewisser als bei der Kohle ausfallen. Etwas Aehnliches ist mit dem Torfe der Fall, der indeß stets an der Oberfläche liegt und nur durch schwache Alluvialschichten bedeckt sein kann.

Streichen und Fallen der Kohlenflötze.

Die Steinkohle kommt immer in Flötzen von verschiedener Mächtigkeit und Ausdehnung vor, in welcher Formation sie sich auch finde. Ein Hauptcharakter der Flötze ist der, daß sie alle Verwerfungen der Schiefer- und Kohlensandsteinschichten, in denen sie auftreten, mitmachen. Die Mächtigkeit ist nicht allein durch Dach und Sohle bedingt, sondern es kommen in dem Flötze selbst Einlagerungen von Schiefer und unreiner Kohle vor, die dem Dache und der Sohle parallel, das Flötz in mehrere Bänke theilen. Die Kohlen selbst keilen sich öfters aus, theilen sich und verleihen ihr so die eigenthümliche, der Schichtung parallele Struktur.

Die Schichtung der Steinkohle ist nicht die, wie die der Kalk- und Thonschichten der geschichteten Gebirge, noch wie die der Sandstein- und Schieferschichten, die mit jenen wechsellagern. Einzelne Flötze erscheinen in großen gekrümmten Massen, ohne daß ihre Krümmungen durch ein Verwerfen veranlaßt würden, woraus hervorgeht, daß es zwei Arten von Kohlenflötzen giebt, die einen wenig mächtig und eben so regelmäßig wie ausgedehnt, die andern von geringer Aus-

dehnung, mächtig und unregelmäßig, so daß sie mit den Stockwerken verglichen werden können. Die folgenden Details über das Vorkommen der hauptsächlichsten Kohlenflötze mögen das oben Angeführte näher erläutern. Die schwachen und regelmäßigen Kohlenflötze der Nordfranzösischen und der Belgischen Becken (Fig. 7.) und die mächtigen, geringe Ausdehnung besitzenden Flötze von Mont Chanin (Fig. 2. 3. und 4.) zeigen die beiden entgegengesetztesten Lagerungsverhältnisse.

In einem und demselben Becken variirt die Anzahl der Kohlenflötze sowohl, wie deren Mächtigkeit und Aushalten. Es giebt indeß eine gewisse Analogie zwischen diesen einzelnen Verhältnissen. Die schwachen und regelmäßigen Flötze sind gewöhnlich von großer Ausdehnung und in großer Anzahl vorhanden. Die mächtigen und unregelmäßigen Flötze im Gegentheil sind in ihrer Ausdehnung begränzter und in demselben Becken selten mehr als zu zwei oder drei über einander gelagert. So zählt man in dem Bassin von Mons mehr als hundert Kohlenflötze, deren gewöhnliche Mächtigkeit von 0,20 Meter bis 1,50 Meter variirt. In den nördlichen beiden Steinkohlen-Revieren giebt es wenig, die nicht auf sechs, acht, zwölf und mehr Kohlenflötzen bauen, deren größte Mächtigkeit aber nicht einen Meter übersteigt, und von denen die meisten im Bau begriffenen nur 0,60 Meter haben. Die Flötze sind von einander durch Schiefer- und feinkörnige Sandsteinschichten getrennt und so streicht das Gebirge 6 Kilometer fort, ja es ist selbst wahrscheinlich, daß es noch weiter fortsetzt. Zwischen Fresne, Vieux-Condé, Bruille, Chateau-l'Abbaye, wo auf mageren Kohlenflötzen gebaut wird, und Vicogne, wo dieselben Flötze wiedergefunden worden, ist eine Entfernung von 10—12 und 15 Kilometer.

Man muß indeß selbst im Falle der größten Regelmäßigkeit nicht glauben, daß die Kohlenflötze eine gleiche Ausdehnung wie das Kohlen-Gebirge haben. Z. B. zwischen Valenciennes und der belgischen Gränze findet, wie wir schon oben bemerkt, eine Unterbrechung der Kohlenflötze statt, in der Art, daß die Anzinner Flötze nicht dieselben, wie die von Mons sind, und daß diese ihrerseits mit denen von Lüttich und Charleroy in durchaus keinem Zusammenhang stehen. Dasselbe kann man auch in andern Kohlenbecken beobachten: so sind in dem Loirebecken die Flötze von Rive de Gier nicht dieselben, wie die von St. Etienne. Man kann also in einem Becken von einiger Ausdehnung die Kohle betrachten, als wenn sie einzelne Gruppen bildete, die in den Sand- und Schieferschichten durch flötzleere Partien von

einander abgesondert dastehen und deren in Zahl und Mächtigkeit verschiedene Flötze unter sich keinen Zusammenhang besitzen.

Hat man also in einer Gegend den Kohlensandstein und Schieferthon gefunden, so ist damit noch nicht das Kohlenflötz erschürft, wenn man auch in der Streichungs- und Fallungslinie schon bekannter Flötze seine Versuche angestellt hat. Um eine haltbare Hypothese über diesen Gegenstand zu bilden, müßte man zuerst die speciellen Terrain-Verhältnisse, von denen die Rede ist, studiren und dann die bekannten Theile desselben beobachten, um so zu sehen, ob man allenfalls zu günstigen Resultaten geführt werden könne.

Zwischen dem nördlichen Bassin und dem des südlichen Frankreichs findet ein auffallender Unterschied in den Verhältnissen statt, unter welchem die Kohle dort vorkommt; im Norden sind die Flötze schwach und in großer Anzahl vorhanden; die Mächtigkeit eines Meters ist schon etwas Seltenes und das Aushalten der Flötze bildet deren Werth. In dem südlichen Becken im Gegentheil giebt es sehr wenig Flötze, aber häufig von großer Mächtigkeit; die Stärke von 1,50—2 Meter ist die gewöhnliche und die von 5 Meter und darüber ist ein ziemlich häufiges Vorkommen; aber die Flötze scheinen in Betreff der Ausdehnung zu verlieren, was sie in Betreff der Mächtigkeit voraus hatten.

So scheinen die Flötze des Saone- und Loire-Beckens einzelne Mulden zu bilden, die in dem von Sandstein und Kohlenschiefer angefüllten Hauptbassin eingelagert vorkommen. Diese kleinen Becken sind wie das größere beschaffen und haben zwischen ihren Hauptrichtungen ein ähnliches Verhalten; je weniger die Kohle dort ausgedehnt vorkommt, desto mächtiger ist sie. In dem Thale von Creuzot hat das große im Bau stehende Flötz 12 Meter Mächtigkeit; da wo es sich besonders aufthut, hat es vom Dach zur Sohle 40 Meter. Sein Streichen beträgt bloß 1800 Meter, bei dessen Gränzen keilt sich das Flötz aus, verschlechtert sich und zeigt alle Anzeichen eines gänzlichen Verschwindens.

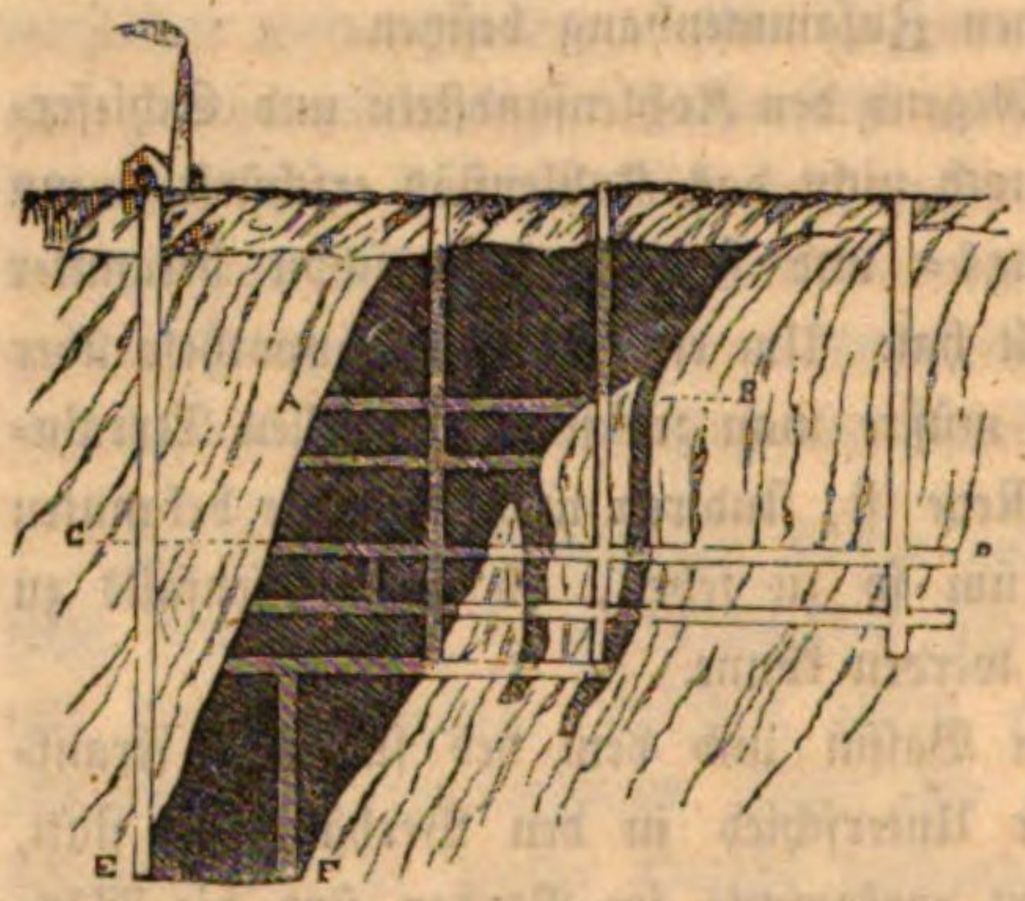


Fig. 2. Flötzprofil von Montchanin.
Maßstab $\frac{1}{4000}$.

Das Flötz von Montchanin (Fig. 2.) hat ein sehr starkes Fallen und eine Mächtigkeit von 70 Meter und ist folglich das mächtigste bekannte Flötz, aber auch zugleich in der Richtung des Streichens eins der am wenigsten ausgedehnten. In der That beträgt das Aushalten im Streichen in der oberen Teufe nur 600 Meter (Fig. 3.), an dessen Gränzen das Flötz plötzlich

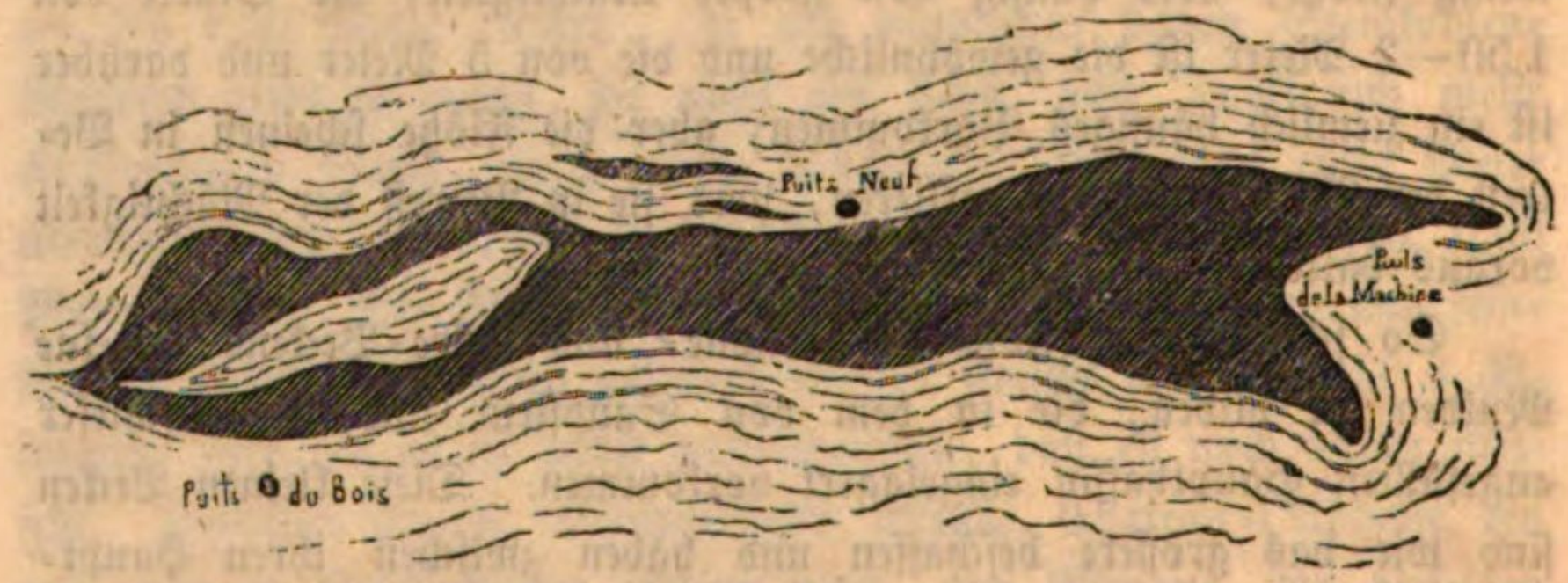


Fig. 3. Horizontaler Durchschnitt des Flötzes von Montchanin, nach der Linie A B.
Maßstab $\frac{1}{8000}$.

aufhört und sich im Dach und Sohlgestein auskeilt. Bei einer ungefähr 30 Meter größeren Teufe beträgt die Ausdehnung nur 400 Meter (Fig. 4.). Diese allmählige Verminderung, welche einem nach

Fig. 4. Horizontaler Durchschnitt des Flötzes von Montchanin, nach der Linie C D.

der Hauptaxe und der Streichungslinie gemachten Durchschnitte eine Fächerform ertheilen würde, wird in den größeren Teufen bestätigt, in der Art, daß wahrscheinlicher Weise bei einer Teufe von 150 Meter das Flötz sich gänzlich auskeilt. Dieses so mächtige Flötz bildet also eins der am wenigsten ausgedehnten Becken in dem Hauptbassin. So ist die durchschnittliche Mächtigkeit in dem letzteren Bassin dennoch, trotz jener beispiellosen Mächtigkeit einzelner Flötze, noch nicht 10 Meter.

Das Loire-Bassin enthält in dem Revier von Rive de Gier drei Flötze, deren durchschnittliche Mächtigkeit zusammen nicht mehr als 10 Meter beträgt; in den Revieren von St. Etienne aber haben die regelmäßigen Flötze, funfzehn bis achtzehn an der Zahl, eine Mächtigkeit von 35 Meter. Der reichste Punkt in dem Becken der Grand-Combe hat eine Total-Mächtigkeit von 25 Meter, in Brassac 9—12 Meter, in Commentry und Doyet 14 Meter; 15—20 Meter in dem Bassin von Aubin. Am merkwürdigsten in allen diesen Becken ist der Umstand, daß Kohlenflötze von 5—10 Meter sich bis zu 2 oder 3 Meter verdrücken, und ein andermal bis zu 20 und 30 Meter aufthun.

Im Norden sind im Gegentheil 10 Meter Total-Mächtigkeit in vierzehn bauwürdige Flötze zu Fresne und Vieux-Condé getheilt. Die zwölf Flötze von Aniche haben nur 7 Meter, vier über einander gelagerte Flötze von Douchy selbst nur 3,50 Meter, vier zu Denain 2,80 Meter allein, und achtzehn Flötze zu Anzin haben nur 12 Meter Mächtigkeit. Es giebt außerdem noch mehrere Flötze, die nicht abgebaut werden, deren Mächtigkeit unter 0,30 Meter ist. Alle diese Flötze aber sind regelmäßig und aushaltend, man findet bei ihnen kein Aufthun und keine Verdrückungen, wie das so häufig in den südlichen Bassins vorkommt.

Diese Unterschiede in der Mächtigkeit und Beschaffenheit der Kohlenflötze stehen mit sehr wichtigen geologischen Thatsachen im Zusammenhange.

Die südlichen Becken scheinen während der Kohlenbildungsepoche sich in abgesonderten, eng begränzten und von benachbarten Hügelreihen eingeschlossenen Süßwasserseen gebildet zu haben, wo sie durch losgerissene Felsmassen und daraus hervorgehende Conglomerate in ihrer Bildung gestört und damit gemengt wurden. Studirt man diese Ueberreste besonders in den unteren Schichten der Formation, so kann man öfter die Uebergangsfelsen des einschließenden Gebirges erkennen. — Das nördliche Bassin von Frankreich und Belgien ruht

hingegen auf dem Kohlenkalkstein und ist nur aus Sandstein und feinkörnigem Schiefer zusammengesetzt, es scheint deshalb nach der Natur dieses Vorkommens im freien Meere gebildet worden zu sein, hierin also mit den englischen Steinkohlenbecken einer allgemeinen Meeresbildung anzugehören, während die südlichen Bassins nur kleine Landseebildungen sind. Es ist deshalb natürlich, in den nördlichen Formationen ein regelmäßiges und ausdauerndes Streichen zu finden, während dies in den südlichen nicht der Fall ist.

Die in abgesonderten süßen Seen gebildeten südlichen Bassins machen den Hauptreichthum Frankreichs aus; die Mächtigkeit ist dort eben so groß, wie im Norden, aber freilich kann man kein bestimmtes Gesetz weder für Zahl und Mächtigkeit der Kohlenflötze, noch für deren Aushalten aufstellen. Die Anzeichen, die sich aus dem Streichen und Fallen ergeben, haben indessen einen reellen Werth, selbst in den Gegenden, wo das Gebirge häufig gestört wurde, da man dadurch immer im Stande ist, wenn auch nicht die Fortsetzung der Flötze selbst, so doch ähnliche Flötze vorzufinden.

Störungen der Kohlenflötze.

Die Kohlenflötze befinden sich selten in der ursprünglichen Lage, die jedenfalls horizontal sein mußte, weil dies bei der Bildung der Steinkohlen oder wenigstens der Sandstein- und Schieferschichten, in denen dieselben eingeschlossen, nicht anders möglich war. Die ganze Formation ist nicht allein durch ein größeres oder geringeres Fallen der Schichten, sondern auch durch Faltenbildungen (Knie) so verworfen, daß ein seigerer Schacht ein und dasselbe Flötz mehreremal durchfahren kann. Oefter wird das Flötz, nach der Richtung des Falles, durch Sprünge gestört und dadurch eine Unterbrechung des Flötzes hervorgebracht.

Diese, nach der Bildung der Kohlenflötze hervorgebrachten Veränderungen, welche dynamischen Kräften zuzuschreiben sind, deren Direction sich angeben läßt, müssen von solchen Zufällen unterschieden werden, denen die Bildung der Kohle selbst ausgesetzt war, wozu die wellenförmigen Lagerungen des Daches und der Sohle gehören, welche das Aufthun oder die Verdrückung des Flötzes veranlaßten, und das Vorkommen von Gesteinsbänken oder Zwischenlagerungen, durch welche die regelmäßige Schichtung unterbrochen wird. Zwischen beiden Arten von Störungen giebt es indeß einen gewissen Zusammenhang, indem

die dynamischen Kräfte bisweilen auf Kohlenflötze gewirkt zu haben scheinen, welche noch nicht fest geworden oder wenigstens in einem solchen Zustande waren, daß sie sich pressen, drücken und selbst durch ein Zusammenpressen des Dach- und Sohlgesteins gänzlich fortquetschen ließen, um sich an anderen Stellen mehr anzuhäufen.

Die glatte und spieglige Oberfläche des begleitenden Schieferthons, das Aussehen der Kohlen selbst, welche hier zertrümmerter als sonst wo sind, selbst bisweilen gebogen und durch einander geknetet erscheinen, machen es wahrscheinlich, daß diese Störungen mit der Entstehung fast zusammen fallen.

Man kann übrigens durch Beobachtungen dieser Art die dynamischen und zerstörenden Wirkungen von denen unterscheiden, welche aus der Bildungszeit der Formationen selbst herrühren. Die gleichbleibende Beschaffenheit der Schiefer- und Thonstreifen oder Schmitze, die fast immer in dem Kohlenflötz der Schichtung parallel gelagert vorkommen, geben ein vortreffliches Anhalten hierbei ab. Bei einem natürlichen Mächtigerwerden des Flötzes erleiden die vorhandenen Bestege nicht nur keine Veränderungen, sondern es kommen mit demselben noch neue hinzu. Bei einer natürlichen Verdrückung werden die Bestege mitunter mächtiger oder aber gleich dem Kohlenflötze selbst nach und nach schwächer. Beim Hervortreten dynamischer Wirkungen sind aber die Bestege im Gegentheil plötzlich zerstört und ihre Bruchstücke mit Kohle gemengt, deren Beschaffenheit dem Bergmann im Voraus anzeigt, daß das Flötz eine andere Richtung annehmen wird.

Die Störungen, welche die Kohlenflötze selbst erleiden, sind: stärkeres Fallen, die Falten, Verdrückungen, Verquetschungen und Sprünge.

Das stärkere Fallen kommt am häufigsten vor; es ist höchst selten, daß die Flötze in horizontaler Lage auftreten, in den Kohlenbecken haben sie fast immer ein allgemeines Fallen nach einer gewissen Richtung hin. Die Größe des Fallwinkels ist keiner Regel unterworfen; es giebt fast seigere Flötze, andere wiederum mit einem Fallen von über 45° und unter 45°, was offenbar von späteren Hebungen oder Senkungen herrührt. In dem mitgetheilten Beispiel aus dem Thale von Creuzot (Fig. 5.) haben die Flötze ein Fallen von 70° und

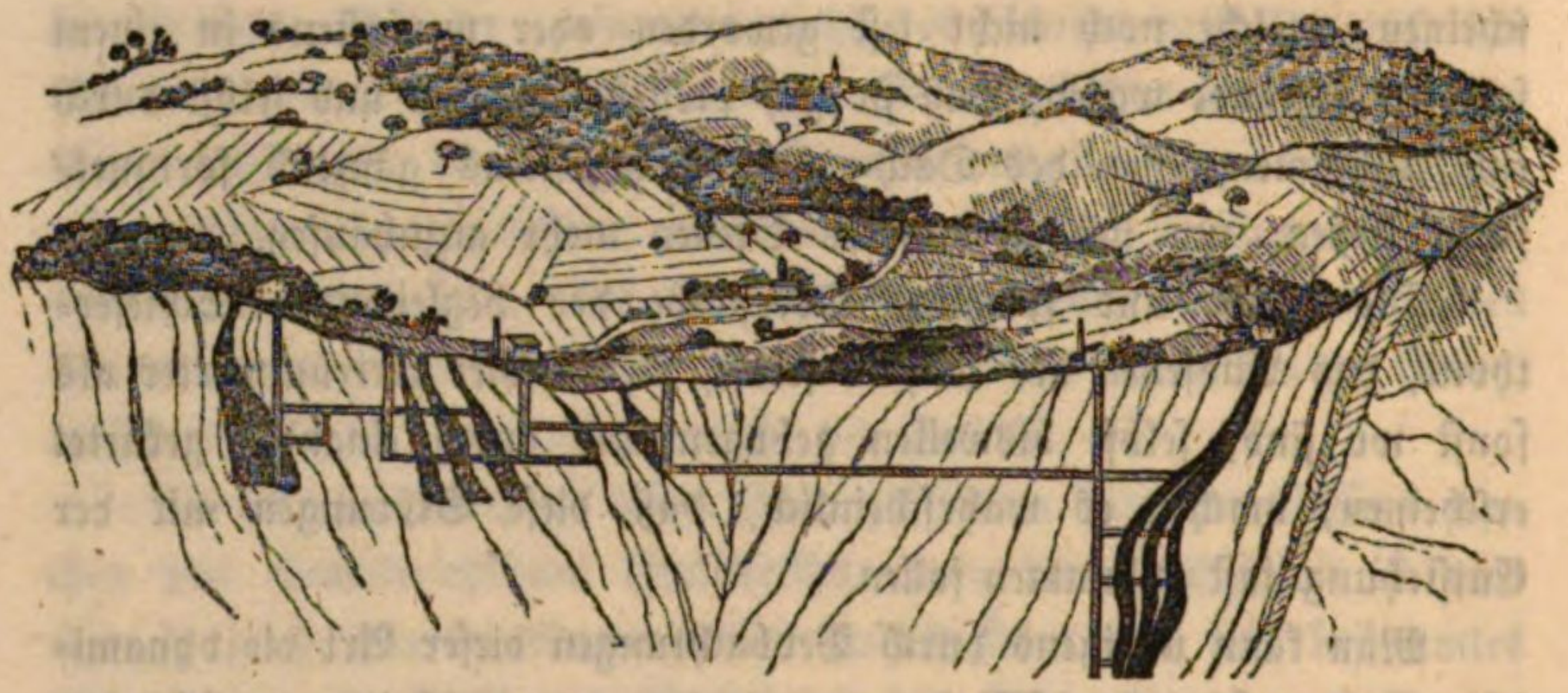


Fig. 5. Profil vom großen Flötz von Creuzot.
Maßstab $\frac{1}{3000}$.

die beiden entgegengesetzten Fallrichtungen stoßen auf einen in der Mitte vorhandenen Sprung, der das ganze Terrain gestört und so die Form des Thales bildete. Die Sandsteinconglomerat- und Schieferthonschichten mußten natürlicher Weise, wie alle geschichteten Gebirge, in horizontaler Lage niedergeschlagen worden und später all den oben genannten Einflüssen gefolgt sein: die Formation wurde also zu mehreren Malen gehoben und dadurch den Flötzen jene Streich- und Fallrichtung mitgetheilt, die in Uebereinstimmung mit den allgemeinen Lagerungsverhältnissen des ganzen Bassins steht, ein Umstand, der dem Bergmann bekannt ist und ihm beim Schürfen zum Vortheil gereicht.

Die Fallrichtung ist in einem und demselben Bassin gewöhnlich gleich, aber der Fallwinkel ist verschieden. Man hat indeß öfter bemerkt, daß auf den zwei Seiten eines Bassins die Flötze in entgegengesetzter Richtung fallen, und gefunden, daß diese beiden Theile in dem Mittelpunkte durch eine grade oder gekrümmte Ebene verbunden sind, was man eine Mulde (fond de bateau) nennt, weil ein Durchschnitt dieser Ablagerung viele Aehnlichkeit mit einer solchen hat. Dieses Vorkommen ist indeß häufig durch Einflüsse anderer Art gestört worden und es ist mitunter nicht anzunehmen, daß die Steinkohlenflötze wirklich mit einander in Verbindung stehen, welches dennoch ziemlich häufig vorkommt. Es erhellt hieraus, daß die Steinkohlenformation gewöhnlich durch Seitendrücke zusammengedrängt worden ist, wovon der beigefügte Durchschnitt (Fig. 6.), der oberhalb

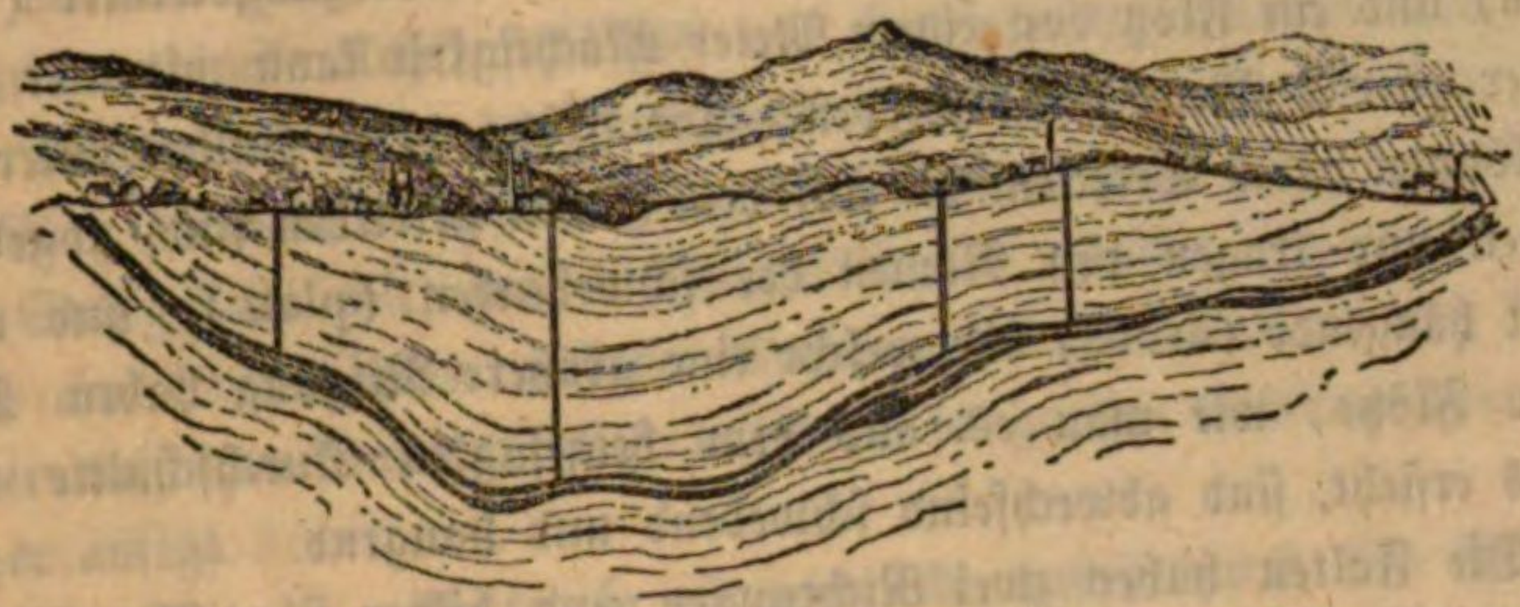


Fig. 6. Profil vom Kohlenbecken bei Rive de Gier.

Rive de Gier senkrecht auf der Längenaxe des Bassins genommen ist, ein deutliches Bild giebt.

Die Flötzfalten veranlassen die Wiederherstellung der ersten Fallrichtung. In den meisten kleineren Bassins ist die Biegungslinie der Falten außerordentlich gekrümmt, aber bei den Flötzen des großen nördlichen Bassins sind die Biegungen so plötzlich, daß sie das frühere Fallen von 10—15° bei wiederkehrender Richtung in ein Fallen von 75—80° verwandelt haben.

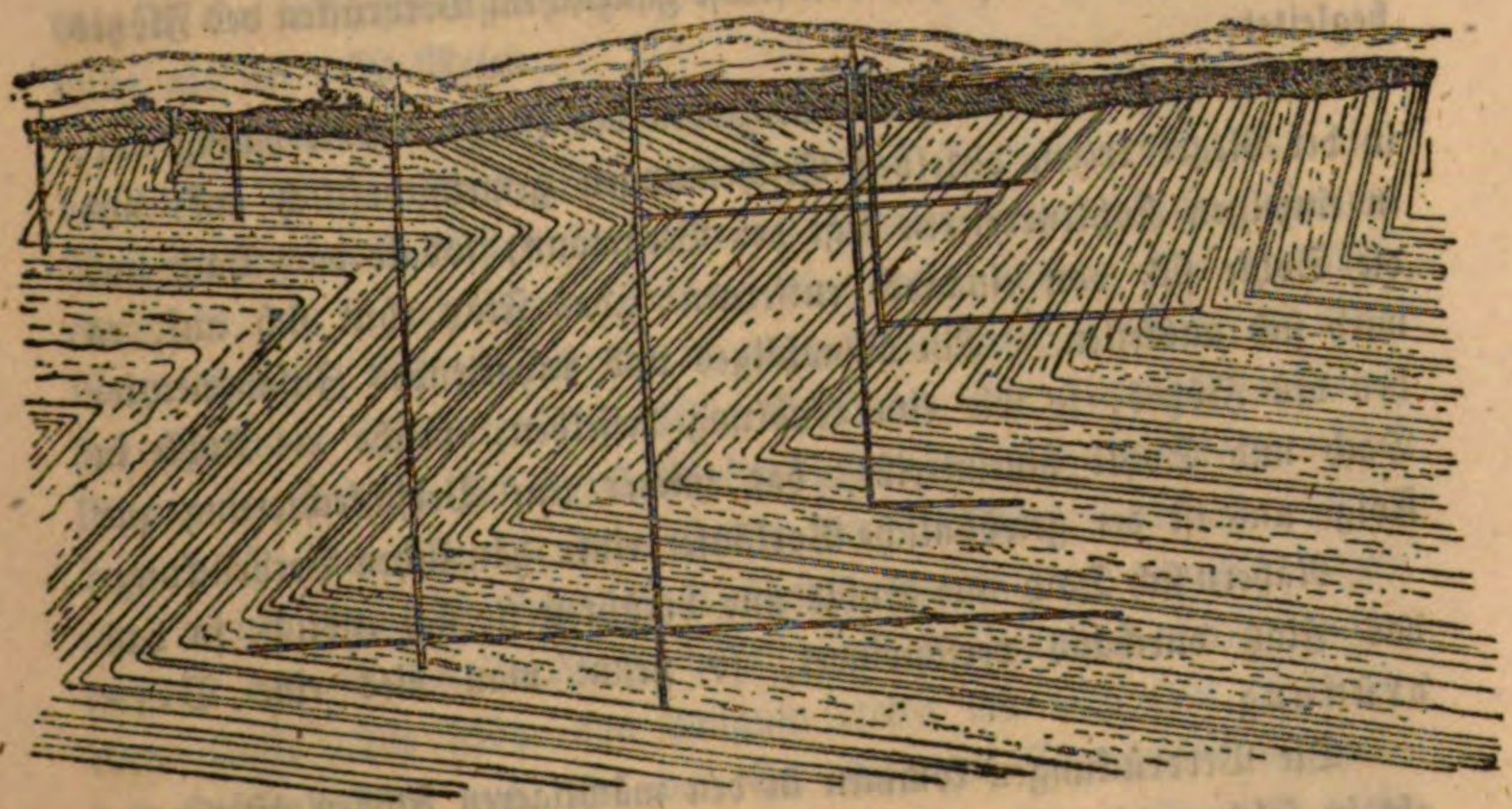


Fig. 7. Profil von einem Theile des Monser Beckens.

Ein Durchschnitt des Beckens von Mons, welcher durch die Gruben von Piqueries und Ostenne genommen, ist ein gutes Beispiel der Falten, welche sämmtliche Flötze des nördlichen Bassins machen.

Oefters verstärkt sich die Mächtigkeit in dem Biegungswinkel (crochon) und ein Flötz von einem Meter Mächtigkeit kann mitunter 1,50 Meter oder 2 Meter stark werden. Die Flötze, deren Fallen unter 20° ist, können durch Strecken, die auf dem Fallen getrieben sind, abgebaut werden und tragen den Namen der schwebenden (plats), und man nennt hängende (droits) die, welche eine größere Neigung haben. Dieselben Flötze, wie man es aus dem beigefügten Durchschnitte von Mons ersieht, sind abwechselnd schwebend und hangend.

Die Falten haben zwei Richtungen und bilden eine Art Hacken. In dem Becken von Anzin hat man einen Parallelismus in der Richtung dieser Hacken bemerkt, eine Uebereinstimmung auf mehrere Flötze ausgedehnt, die so zu einander gehörten und sogenannte Flötzbündel bildeten. Die Falten sind offenbar hebenden Kräften zuzuschreiben, die zuvörderst eine Hebung und Senkung des Gebirges bewirkten, dann wellenförmige Bildungen erzeugten und jenen Seitendruck hervorbrachten, der die so gebildeten Flötzbündel in einen kleineren Raum zusammenzwängte.

Ueberall haben die Falten nicht jene netten und regelmäßigen Charaktere der nördlichen Flötze, und in den mächtigen Lagern der südlichen Becken sind jene Biegungen bald von einem Aufthun, bald von einem Zusammenziehen von selbst gänzlichem Verdrücken des Flötzes begleitet.

Das Aufthun und Zusammenziehen der Flötze kommt häufig vor; in der Regel treten dieselben Erscheinungen gemeinschaftlich auf, und in einzelnen Kohlenrevieren sagt der Bergmann, sobald das Dach und die Sohle sich von einander entfernen: „das Flötz thut sich auf, es wird sich auskeilen.“ Ein allmähliges und anhaltendes Zusammenziehen des Flötzes, so wie eine Gablung desselben, welche die Kohle in Dach und Sohle hineintreibt, hat immer eine Verschlechterung zur Folge und ist der gewöhnliche Vorläufer einer gänzlichen Verdrückung.

Nähern sich Dach und Sohle und berühren sie sich endlich, so daß das Flötz durchaus verschwindet, so nennt man dies eine Verdrückung.

Die Verdrückungen kommen in den mächtigeren Flötzen öfter vor, als in solchen, die nicht über 1 Meter stark sind. Am häufigsten findet man das Flötz nach einer längeren oder kürzeren Unterbrechung wieder, wenn man jenem Kohlenschmitze, der fast immer von der Kohle als Spur zurückgelassen wird, folgt oder, wenn er fehlt, dem Dach- und Sohlengestein, dessen Beschaffenheit genügende Anzeichen giebt, um die Richtung nicht verlieren zu können. In den Gruben von

Rive de Gier sucht man durch einen weißen Schieferbesteg bei Ermangelung eines Kohlenschmitzes und stattgehabter Verdrückung das Flötz wieder auf. In der Umgegend der Gruben von Nantes, wo das Flötz bisweilen vollständig verdrückt wird, muß man das Dach und Sohlgestein mit großer Aufmerksamkeit prüfen, da man nur durch ein Weiterfahren auf der Trennungsebene derselben das Flötz wieder auffinden kann, welches mitunter in großen Entfernungen sich wieder anlegt.

Ein Flötz ist mitunter so oft verdrückt, daß dadurch sein Schichtungsverhältniß verändert und sein Abbau sehr erschwert wird. Das ist z. B. in den Gruben des Departements Loire inférieure der Fall, wo die Flötze fast nur in Nestern vorkommen, welche durch eben so große Zwischenräume, als sie selbst sind, getrennt werden. Dieses Vorkommen tritt nirgends so charakteristisch hervor, als in den Gruben von Languin bei Nort. Der Betrieb dieser Gruben hat bewiesen, daß dort drei über einander gelagerte Schiefer- und Sandsteinschichten vorhanden sind, die ein Fallen von 75—80° haben und in welchen sich diese Nester anlegen, deren größte Mächtigkeit 4—6 Meter ist, die aber nur 10—20 Meter aushalten, sich dann zusammenziehen und endlich ganz verdrückt werden. Der Durchschnitt eines jeden Nestes hat so ein linsenförmiges Aussehen und selten eine größere Ausdehnung als 40—50 Meter.

Vergleicht man das Vorkommen dieser einzelnen Nester in den verschieden über einander gelagerten Schichten, so findet man, daß die Ausdehnung eines Nestes in der einen Schicht einem gleichen Raum entspricht, der in der andern Schicht keine Kohle führt. Da nun die Verdrückungen bis auf 40 Meter ausgedehnt sind, während die Nester führenden Schichten nur 10—15 Meter von einander entfernt liegen, so wird es für vortheilhafter gehalten, Querschläge zu treiben, d. h. Strecken, die dem Fallen der Schichten senkrecht stehen, um, wenn man das Ende eines Nestes erreicht, ein anderes anzutreffen, das in der darunter oder darüber liegenden Schichtungsebene liegt. Die Flötze von Languin treten am äußersten Westende des Kohlenbeckens auf, das bei St. Georges-Chatelaison beginnt; dieselben haben überall ein ähnliches Verhalten, wenn sie auch nicht überall so verdrückt sind. Die hier geförderten Kohlen sind zum größten Theil mager und ziemlich kompakt; die von Languin aber fett, backend, zur Coaksfabrikation und zum Schmieden geeignet. Die Textur dieser Kohlen ist so bröcklich, daß sie fast pulvrig sind und in jener Gegend zur Verfälschung des gebrannten Elfenbeins benutzt wer-

den. Man nennt die Kohlen dumpfe Kohlen (charbons sourds), weil sie bei ihrer Gewinnung einen dumpfen Ton geben, der von der fast pulvrigen Struktur herrührt, während man anderseits den festen und mageren Kohlen den Namen klingende (charbons clairs) beigelegt hat.

Diese Unregelmäßigkeiten kommen indeß nicht allein in den mächtigen und wellenförmigen Flötzen vor, man trifft sie auch in den regelmäßigen Lagern an, wo sie sich eben so aufthun und verdrücken. Die regelmäßigen Flötze Belgiens, die von Bois-Saint-Ghislain bei Mons z. B. werden häufig verdrückt.

Der Bergmann weiß oft nicht, was er davon halten soll, wenn er die Spur einer Verdrückung auf eine große Entfernung verfolgt hat und dennoch keine Zeichen der Wiederanlegung des Flötzes findet; er steht im Zweifel, ob er jene Unterbrechung einer Verdrückung allein, oder dem wirklichen Aufhören des Flötzes zuzuschreiben hat. Keine Regel kann in der That hierüber aufgestellt werden. Die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse des Ganzen, von der schon gesprochen wurde, kann hier nur allein führen. In dem Falle eines wirklichen Auskeilens z. B. ist das Flötz niemals in seiner Lagerung und Beschaffenheit der Kohle verworfen und gestört, noch weniger hat Dach und Sohlgestein eine gewaltsame Veränderung erlitten: das ist aber bei einer Verdrückung der Fall. Hört das Flötz gänzlich auf, so verschlechtert es sich nach und nach ohne ein weiteres Anzeichen. Die Kohle wird unreiner, ohne zerquetscht zu sein, im Gegentheil sie wird fester, sie versteinert sich.

Die Sprünge sind ein ganz gewöhnliches Vorkommen; es sind Brüche (Spalten), die durch die ganze Formation gehen, und größere oder geringere Niveauverschiedenheit zur Folge haben. Die Sprünge haben stets eine bestimmte Richtung und es kommen in einem Becken in der Regel nur unter sich parallele Sprünge vor; mitunter sind es mehrere Sprungsysteme, die in einem Becken auftreten, welche indeß unter sich ihrer Richtung nach den vollständigsten Parallelismus zeigen.

Die Mächtigkeit der Sprünge ist sehr verschieden; bald stören sie kaum die Formation und erscheinen wie Spalten, die das Niveau zweier Flötztheile verändert haben, ohne daß deren Verbindung gänzlich unterbrochen ist; in solchen Fällen, wo die Hebung oder Senkung nicht die Mächtigkeit des Flötzes übertrifft, ist das Flötz leicht wieder auszurichten. (Das Luchyflötz in dem Saône- und Loire-Becken zeigt öfter solche Sprünge; das Flötz hat eine Mächtigkeit von 10—12 Meter und die Sprünge verursachen selten eine größere Hebung oder

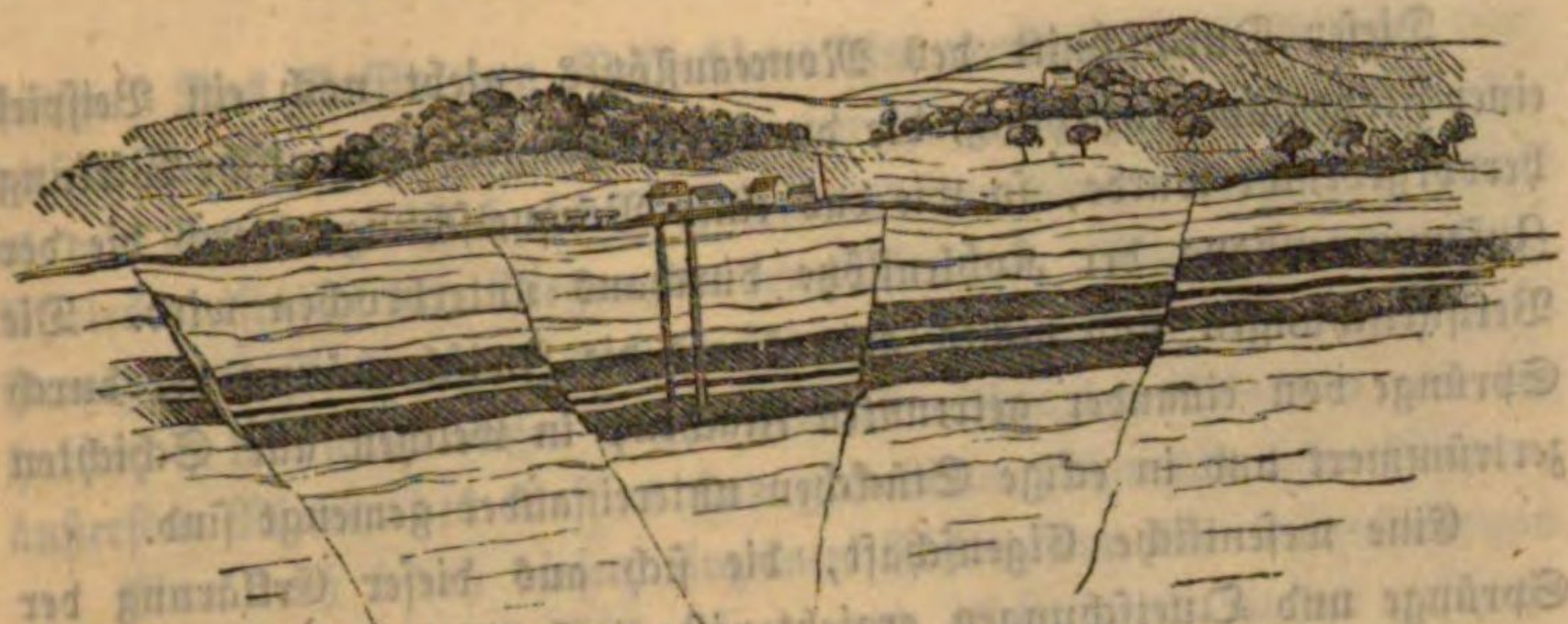


Fig. 8. Profil vom Lucy-Flötz.

Senkung, als die Hälfte des Flötzes beträgt, so daß also bei einem doppelten Abbau (in zwei Etagen) die obere Etage sich in Folge eines Sprunges im Niveau der unteren Etage befindet. Anderseits giebt es Sprünge, wodurch die Flötztheile durchaus von einander getrennt werden, und zwar nicht allein durch beträchtliche Hebung oder Senkung, sondern auch durch Dazwischentreten einer Spalte, die sehr oft mit den zerquetschten und zerstörten Gesteinmassen angefüllt ist, welche deren Wände bildeten, mitunter indeß auch durch spätere Infiltrationen oder plutonische Massen ausgefüllt vorkommen.

Das Monceauflötz, welches nur die Fortsetzung des Lucyflötzes in einem anderen Theile der Concession von Blanzy ist, wird von Sprüngen durchsetzt, die sowohl das Niveau als auch das Fallen des Flötzes verändern, und da nun außer dem Sprungsystem, welches auf dem Durchschnitt (Fig. 9.) angegeben ist, es noch ein anderes giebt,

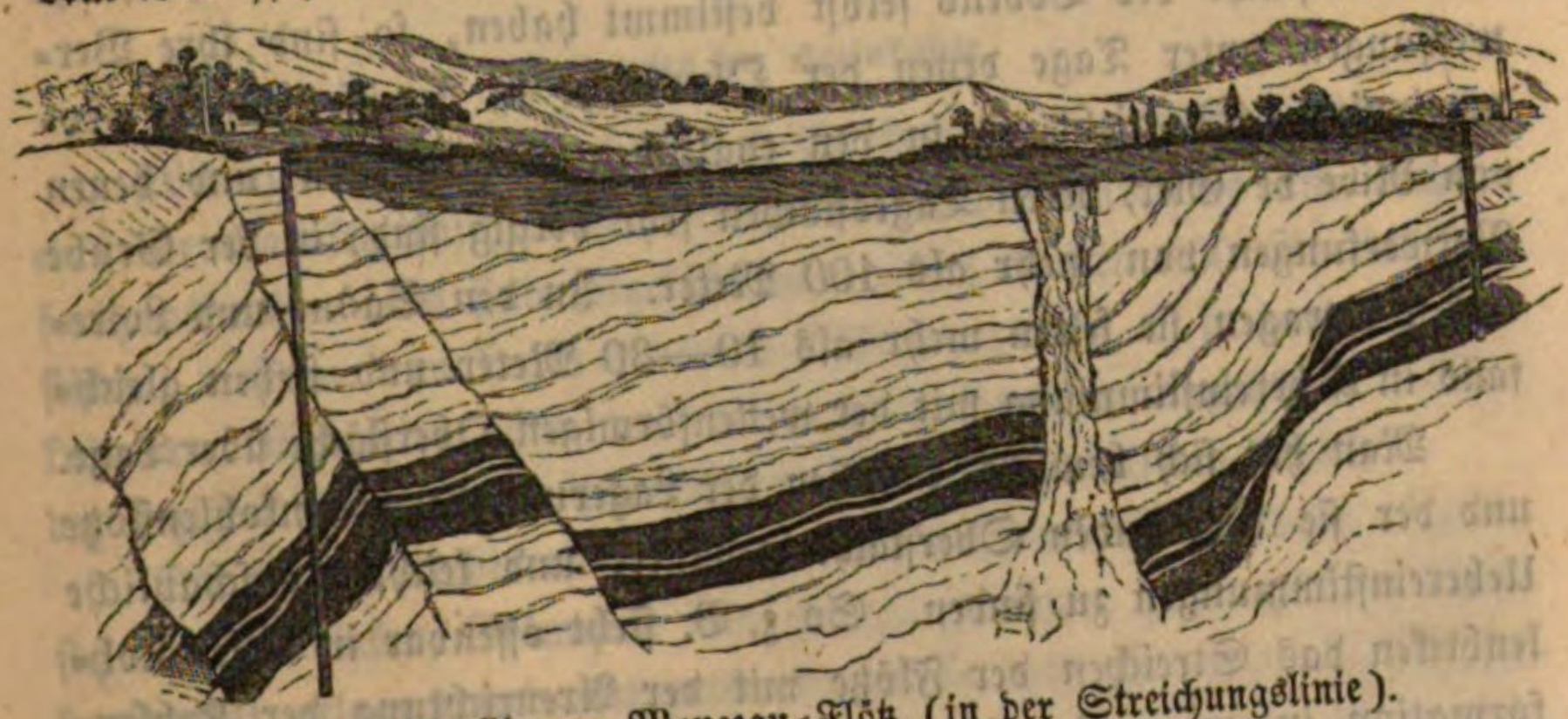


Fig. 9. Profil vom Monceau-Flötz (in der Streichungslinie).

das dieses unter rechtem Winkel schneidet: so folgt hieraus, daß das Flötz in rechtwinklige, vollständig von einander abgesonderte Parallelipipeden getheilt ist, welche man daher lange Zeit für unter sich in gar keiner Verbindung stehende Massen gehalten hat.

Dieser Durchschnitt des Monceauflötzes giebt noch ein Beispiel einer Flötzzusammenziehung, die durch eine jüngere dynamische Wirkung hervorgebracht wurde, so wie das einer Verquetschung, durch die der Zusammmenhang der Kohlenflötze durchaus unterbrochen wird. Die Verquetschungen sind nichts anders als die Zwischenräume der durch Sprünge von einander getrennten Flächen, in welchen alle Schichten zertrümmert und in eckige Stückchen untereinander gemengt sind.

Eine wesentliche Eigenschaft, die sich aus dieser Erklärung der Sprünge und Quetschungen ergiebt, ist, daß die hierdurch erzeugten verschiedenen Niveaus aller Schichten, ein bestimmtes Streichen und Fallen haben und folglich in einer gewissen Beziehung zu den Kohlenflötzen stehen. Es herrscht bei der Anordnung der verschiedenen Niveaus ein Parallelismus. Es kann, wie gesagt, mehrere Sprungsysteme von verschiedenem Streichen und Fallen geben, alle Sprünge aber eines Beckens sind in diesen Systemen mit einbegriffen; hat man deshalb einen einzigen Sprung gefunden, so genügt es, sein Streichen und Fallen zu kennen, um daraus, nach einer Untersuchung des ganzen Terrains, zu entnehmen, welches seine Wichtigkeit in Rücksicht der Flötzhebung oder Senkung sein kann und in welcher Richtung die letztern stattgefunden haben. Einzelne Gesetze, die den Gängen und Sprüngen gemeinsam angehören, sind für dieses Studium von bedeutendem Nutzen; wir werden bei der Abhandlung der Erzgänge darauf zurückkommen.

Wenn die Sprünge mit denen im Zusammenhang stehen, welche die Oberfläche des Bodens selbst bestimmt haben, so sind ihre Verwerfungen unter Tage denen der Oberfläche in gewisser Weise proportionirt. So giebt es in den englischen Kohlenbecken und denen von Rive de Gier, deren Tagesflächen sehr bergig sind, in der Grube Verwerfungen von mehr als 100 Meter. In den Saône und Loirebecken betragen sie selten mehr als 10—30 Meter und stehen gleichfalls in Uebereinstimmung mit der wellenförmigen Oberfläche über Tage.

Man hat sich bemüht, zwischen der Lagerung der Steinkohlenflötze und der sie bedeckenden Oberfläche genauere und leichter anschauliche Uebereinstimmungen zu finden. So z. B. steht offenbar in vielen Kohlenbecken das Streichen der Flötze mit der Axenrichtung der Kohlenformation in enger Beziehung, und diese große Axe selbst folgt den bestehenden Thälern in der Art, daß die Streichungslinie der Flötze mit der Richtung der Gewässer und hauptsächlichsten Thäler zusammenfällt. In andern Gegenden haben die Gebirgsschichten nicht allein dasselbe Streichen, sondern auch ein gleiches Fallen, wie ihre Thalab-

hänge. Das Bassin von Bert bietet ein merkwürdiges Beispiel von diesem Vorkommen dar: das Fallen der Flötze variirt fünf mal, indem es dem Fallen der Thalgehänge folgt, und der Längendurchschnitt eines Thales entspricht den Biegungen der Schichten. Die meisten muldenförmigen Bassins zeigen auch auf der Oberfläche ein ähnliches Verhalten, d. h. die Gewässer folgen dem Streichen der Schichten und die äußersten Ränder des Bassins sind gemeinhin höher als seine Mitte.

Man muß indeß diesen einzelnen Fällen, wo die wellenförmigen Veränderungen der Oberfläche einzig und allein durch die der geschichteten Gebirge hervorgebracht sind, keine zu große Wichtigkeit beilegen. Viel häufiger werden Unregelmäßigkeiten des Oberflächenterrains (Tageterrains) durch Brüche als durch Einbiegungen erzeugt, und die zwischen der Oberfläche und den unter Tage stehenden Schichten bestehende Uebereinstimmung ist größtentheils durch Sprünge aufgehoben.

Das Studium der Vorgänge, welche bei Bildung der brennbaren Fossilien hauptsächlich stattfanden, kann noch sehr schätzbare Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse der Flötze in den Becken geben. Wir werden daher die bisherigen Betrachtungen über die allgemeinen Verhältnisse des Vorkommens von Steinkohlen durch eine kurze Entwickelung ihrer Bildungstheorie zu vervollständigen suchen. In Betreff des einzelnen Vorkommens in den verschiedenen Gegenden und Becken verweisen wir auf das ausgezeichnete Werk der Herren Dufrenoy und E. de Beaumont über die Geognosie von Frankreich.

Ursprung der Steinkohle.

Wir erwähnten oben, daß das Vorkommen der Pflanzenüberreste eins der charakteristischen Kennzeichen des Kohlensandsteins und Schieferthons wäre. Es sind ungefähr aus diesen Resten 300 Species bestimmt worden, von denen $\frac{5}{6}$ den Gefäßkryptogamen, d. h. den Farrenkräutern, Calamiten und den verwandten Familien angehören. Von der jetzigen Flora bilden jene Pflanzen kaum den 30sten Theil.

Die fossilen Ueberreste in dieser Formation bestehen beim Sandstein in Abdrücken, Stämmen und großen Zweigen, zum größten Theil horizontal gelagert und nur ausnahmsweise senkrecht gegen die Schichtung; beim Schiefer in Blätterabdrücken und schwachen Stengeln. Die Blätterabdrücke ähneln unsern Farrenkräutern und sind leicht zu erkennen. Die eingelagerten glatten Stämme zeigen theils die gestreifte Oberfläche der Calamiten, theils die rautenförmig gestellten Knoten der baumartigen Sigillarien (Fig. 10. 11. 12.). Diese Ueberreste

Fig. 10. Sigillarie.

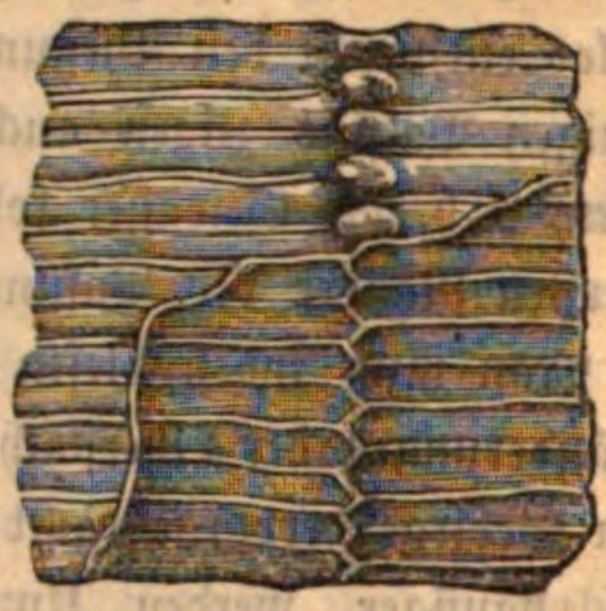


Fig. 11. Calamiten.

kommen namentlich im Hangenden der Flötze vor und ihre Zusammenhäufungen sind an einzelnen Punkten so groß, daß auch die kleinsten

Fig. 12. Aufrechtstehende fossile Pflanzenüberreste in dem Steinbruch von Freuil bei St. Etienne.

Bruchstücke des Gesteins hiervon Abdrücke enthalten. Oefters findet man Bäume, die dort auf ihrem ursprünglichen Platze zu stehen scheinen, und Herr Brongniart hat in den hangenden Sandsteinschichten des Freuilflötzes die Reste eines wirklichen fossilen Waldes (Fig. 12.) nachgewiesen. Man findet in dem Loirebassin und zwar in dem Hangenden der Flötze derartige fossile Bäume ziemlich häufig, so, daß ihre

blos von einer kleinen Kohlenschicht umgebene versteinerte Masse einen Kegel bildet, der durch die Wegnahme des Kohlenrandes seine Unterstützung verliert, plötzlich in die Abbaustrecke niederfällt und so öfter Unglücksfälle verursacht.

Der Zusammenhang, in welchem dieser große Reichthum an Pflanzenresten mit dem Vorkommen der Steinkohlenflötze steht, hat schon seit geraumer Zeit den Gedanken hervorgerufen, daß diese Flötze ihren Ursprung den Zusammenhäufungen ähnlicher Vegetabilien verdankten. Die Prüfung der Natur dieser Pflanzen hat übrigens gezeigt, daß die Entwickelung ihrer Vegetation in jener Zeit besonders durch eine erhöhte Temperatur, eine feuchte und mit Kohlensäure geschwängerte Atmosphäre begünstigt wurde. Die Untersuchung des Herrn Adolph Brongniart über diese Vegetation, die der unserer tropischen Gegenden durch den Ueberfluß an Rohrpflanzen, Palmbäumen und baumartigen Farrenkräutern sehr ähnlich ist, lassen keinen Zweifel über diesen Ursprung der Kohle, und man kann noch den direkten Beweis hierfür in der mechanischen Analyse einzelner Varietäten finden.

Die Vegetabilien konnten gewöhnlich keine Spur in der reinen Kohle zurücklassen, da letztere von ihrer eigenen Zersetzung herrührt; Pflanzen können nur dadurch darin erhalten worden sein, daß die noch unversehrten Vegetabilien durch eine unzersetzbare breiige Masse eingehüllt wurden, die hiervon den Abdruck aufbewahrte. So sind in der That die Schieferschichten, jene Blätter, worauf die Geschichte der damaligen Zeit verzeichnet ist.

Da aber eine große Anzahl von Kohlenarten viel mehr Asche enthält, als in den Pflanzen war, aus denen sie gebildet worden, da andererseits diese Asche von anderer Art als die vegetabilische Asche ist, da man ferner in vielen Fällen dünne Schieferstreifen in den Flötzen findet, und die Grubenscheidung wie das Ausklauben über Tage hiervon eine verhältnißmäßig große Masse liefern: so können diese Nebenstoffe uns gewiß manche interessante Thatsache über die Formation der Kohle liefern. Die Prüfung der reinen und zerreiblichen Kohlen ist sehr schwierig, aber von der größten Evidenz in den meisten Becken, wo die Kohle hart und nach der Schichtungsfläche spaltbar ist.

Wenn man zur mechanischen Analyse dieser Kohlen schreitet, so erkennt man, daß sie aus dünnen, über einander gelagerten Schichten gebildet sind, die bald aus reiner, glänzender, kaum 2% Asche haltigen Kohle bestehen, bald aus einer schieferartigen matten Kohle, die hievon 20—25% enthält. Von diesen abwechselnden matten und glänzenden Linien kommt natürlich eine nach der Schichtungsrichtung ge-

streifte Textur her, und die Schichtungsflächen zeigen öfters das Zellgewebe, sei es nun in Streifen, welche die Abdrücke der Pflanzen sind, sei es in kleinen Stengeln, welche in pulvrige vegetabilische Kohle verwandelt wurden. Diese Analyse zeigt also, daß die Kohle aus heterogenen Theilen zusammengesetzt ist, welche abwechselnd aus Schichten von reiner Kohle, dem Resultate einer Pflanzenzersetzung, und erdigen Schichten bestehen, erzeugt durch den Einfluß des Wassers auf dieselben Pflanzen, deren zusammengehäufte und eingelagerte Massen einer kleinen Art von Calamiten angehören, und so von den großen Vegetabilien sich unterscheiden, deren Ueberreste in dem Schiefer und Sandstein vorkommen*)

Um diese Thatsachen zu erklären, kann man annehmen, daß diese abwechselnden Schichten periodische Erzeugung und Zerstörung vorstellen, wie die z. B., welche durch die verschiedenen Jahreszeiten hervorgebracht werden können. Die glänzenden Streifen sind die zersetzten Pflanzen jener Periode, die matten hingegen bestehen aus demselben Zersetzungsproduct, jedoch nicht im reinen Zustande, sondern mit Substanzen gemengt, die man dem Eindringen thonhaltigen Wassers zuschreiben kann, dessen periodische Wiederkehr wohl jene Zersetzung mit verursacht haben mag. Jedenfalls muß man den Einfluß des Wassers als die Ursache ansehen, warum an einzelnen Punkten bald stärkere Schichten von glänzender Kohle, bald an anderen Orten nur kohlenhaltiger Schiefer hervorgebracht wurde.

So also wäre die Steinkohle zum größten Theile durch das Wachsthum kleiner Pflanzen an Ort und Stelle gleich den Torflagern producirt worden, während die größeren Vegetabilien von entfernteren und höher gelegenen Punkten herbeigeführt worden, als die Schwankung des Erdbodens die Unterbrechung oder den Wiederbeginn dieser erzeugenden Thätigkeit, durch ein Emporheben des Bodens über, oder ein Senken unter das Niveau des niederschlaghaltigen Wassers verursachte.

Diese Hypothese erklärt nicht nur die Formationen der schwachen und vielfach übereinander gelagerten Flötze in Europa, sondern sie entspricht auch der Bildung jener mächtigen und sonst wenig ausgedehnten Lager der südlichen Bassins und der gewaltigen Zusammenhäufungen,

---

*) Diese Thatsachen sind ganz ausführlich behandelt in meiner Abhandlung über den Bau der Steinkohle im Saône- und Loirebecken, und in dem Bericht der Herren Brongniart, Dufrénoy und dem dabei befindlichen von Elie de Beaumont. Anmerk. d. Verf.

wie derer von Montchanin. Studirt man die Umrisse dieses stockwerkartigen Flötzes (s. Fig. 3.), so erkennt man in der That aus dem Auskeilen und den abwechselnden Schichten an den Enden der Streichungslinie, daß die Bildung von Sandstein und Schiefer nothwendigerweise gleichzeitig mit der Erzeugung der Kohle war, und zwar so, daß die ganze Mächtigkeit eine parallele Thätigkeit der beiden Agentien während derselben Periode andeutet. Da wo das Flötz aufhört, im West sowohl wie im Ost, müßten die Grenzlinien vertikal sein, wenn die beiden parallelen Kräfte immer mit derselben Intensität wirksam gewesen wären, während sie jetzt sehr unregelmäßige uud durcheinandergeworfene Curven bilden. Die erdigen Niederschläge haben bald die Kohlen verdrängt und sind selbst bis in das Innerste des Flötzes hineingedrungen, wo sie abgesonderte Massen bilden, bald drang die Kohle in das Schiefergebirg ein und bildet in solcher Weise hervorspringende Flötztheile. Diese Berührungsflächen und jenes Eindringen sind die Resultate in Wechselwirkung stehender Kräfte, welche die geologische Aequivalenz beider Formationen beweisen.

Die Nettigkeit der Absonderungsflächen jener beiden, der glänzenden und der matten Schichten in den Steinkohlenflötzen, zeigt, daß sie sich beide nicht vermengen konnten, oder mit anderen Worten, daß der Sandstein und Thon in dem Wasser abgesetzt wurden, während die Kohle sich über dem Niveau des Wassers bildete. Die Kohle ist also kein Niederschlagsprodukt im strengeren Sinne, welches durch auf dem Wasser schwimmende Vegetabilien erzeugt worden ist, wie man dies wohl mitunter annimmt, wenn auch ihr Entstehen sehr nahe der Oberfläche des Wassers stattgefunden, weil beide erzeugende Thätigkeiten häufig gleichzeitig aufgetreten und auf diese Weise Schicht auf Schicht so verschiedenartige Gebilde abgelagert haben.

Diese Bildung der Kohlenflötze muß ausnehmend langsam vor sich gegangen sein. Herr v. Beaumont fand im Vergleich der Vegetation jener Epoche mit der gegenwärtigen Zeit, daß eine Periode von 100 Jahren nur 15 Milimeter Kohle erzeugen konnten. Ohne alle Frage war die damalige Vegetation durch den atmosphärischen Zustand mehr begünstigt und deshalb kräftiger; aber wenn das damalige Pflanzenwachsthum doppelt ja dreifach so stark war, so würde zur Erzeugung von 10 Meterflötzen, wie es deren eine große Anzahl giebt, eine enorm lange Zeit erforderlich sein. Man sieht daher wohl ein, daß es mit unserer Befähigung, geologische Zeiträume aufzufassen, ebenso aussieht, wie mit unseren Längenmaßen, wenn wir sie mit den astronomischen Entfernungen vergleichen, sobald wir bedenken, daß es erwiesen, wie

Sandstein und Schieferschichten eben so viel Zeit zu ihrer Bildung bedurften, als die Kohle selbst.

Diese Art der Kohlenbildung muß sich ohne Frage auf die ganzen Reihen der fossilen Brennmaterialien erstrecken, welche Zusammenhäufungen von Vegetabilien verschiedener geologischer Perioden darstellen. Der Anthracit des Uebergangsgebirges verdankt seine trockene und magere Natur nur der verschiedenen Zersetzungsart, welche durch specielle Verhältnisse, die damals an der Erdoberfläche stattfanden, verursacht ward. Unsere Theorie über die Bildung der Erde schreibt diesen Unterschied dem Einflusse der Temperatur und des Druckes zu, dem die vorhandenen Schichten der antrariferen Epoche ausgesetzt gewesen, und diese Meinung findet sich auf das evidenteste durch den anthracitartigen Zustand bestätigt, in welchem die brennbaren Fossilien sich befinden, deren Bildung der Steinkohlenformation im engeren Sinne gefolgt ist, und welche in den metamorphischen Bildungen vorkommen. Man kann in der That nicht daran zweifeln, daß in diesem letzteren Falle der Einfluß von Wärme und Druck die modificirende Ursache der zuerst kohlen- oder lignitartigen Schichten gewesen ist.

Die tertiären Braunkohlen haben in der Regel die holzige Textur in einem solchen Grade bewahrt, daß man an vielen Stücken die Species des zersetzten Holzes erkennen kann. Die Fichte, die Erle, die Buche, die Eiche bilden die gewöhnlichsten Ueberreste der alpinischen Braunkohle und zeigen so eine vollständige Umänderung in der Vegetation seit der Kohlenperiode. Dieses sind wahre fossile Wälder, welche sich von Steinkohlenflötzen durch eine mindere Ausdehnung und weniger gut geschichtete Lagerung unterscheiden.

Der Torf bildet meistens zu Tage stehende Lager, die mitunter von aufgeschwemmtem Land bedeckt sind und den letzten Grad der in Rede stehenden Umänderung zeigen. Er findet sich besonders in sanft geneigten Thälern, auf Plateaus und bei der Mündung von Flüssen, wo die Wasser langsamer fließen. Die Quellen des Rheins, der Somme, die Mündung der Loire, das Delta des Rheins, bilden Lager, die man klassisch nennen könnte. In einzelnen bergigen Gegenden, den Vogesen z. B., trifft man den Torf in mehreren Gründen, wo sumpfige Wasser eine herrliche und lebendige Vegetation unterhalten, die den Torflagern überhaupt eigen ist.

Productionsverhältnisse der mineralischen Brennmaterialien in Frankreich.

Die Lage der Kohlenbassins ist offenbar der geographischen Form von fünf Bergdistricten untergeordnet, die durch das Uebergangsgebirge

gebildet werden (Fig. 1.), sie sind hauptsächlich um den Mittelpunkt des großen Central=Plateaus gelagert und bilden ein unregelmäßiges Dreieck, dessen Basis im Osten eine Linie von Alais nach Autun ist, und dessen Spitze in den Punkt fällt, wo die Departements des Cantal, der Corrèze und des Lot zusammengränzen. Die auf der östlichen Linie liegenden Becken, wie die der Grand Combe, der Loire und der Saône und Loire, sind die größten und haben besonders den Vortheil, an schiffbaren Flüssen zu liegen. Die übrigen in bergigen und schwer zugänglichen Gegenden belegen, können nur der lokalen Consumtion nützen.

Die Kohlenförderung ist also von dem Vorhandensein von Communicationswegen abhängig. Sie hat seit 25 Jahren große Fortschritte gemacht, und man wird es natürlich finden, aus der unten stehenden Uebersicht zu ersehen, daß zehn besser wie die anderen gelegenen Bassins $\frac{5}{6}$ der ganzen Förderung liefern. Wenn auch die Bebauung der nördlichen Kohlenflötze schwieriger als die in den südlichen Revieren ist, so liefern dieselben dennoch $\frac{1}{4}$ der Production und von 38000 Hüttenwerken, welche in Frankreich existiren, liegen 4000, d. h. mehr als $\frac{1}{10}$, in der Umgegend von Valenciennes, dem Mittelpunkte der Hauptproduction. Die in Frankreich geförderten 32 Millionen metr. Ctr. vertheilen sich also:

	Zahl der Concessionen.	Gegebenes Feld. Hectare.	Förderquanten. Metr. Ctr.
Loire Bassin	59	22,714	11,150,000
Nord Bassin	5	51,518	7,900,000
Saône und Loire Bassin	15	32,240	2,150,000
Alais Bassin	22	22,394	1,960,000
Aubin Bassin	11	3,000	950,000
Bassin von Littry	2	16,347	640,000
Bassin von Epinac	5	8,292	580,000
Sarthe und Mayenne Bassin	11	25,556	560,000
Bassin Brassac	8	3,841	580,000
Bassin von Basse Loire	8	21,513	450,000

Bei der Braunkohlenproduction bemerkt man besonders die tertiären Becken des Departements Bouches du Rhône mit 550,000 mtr. Ctr. und von La Tour=du=Pin mit 410,000.

Die jährliche Torfgewinnung beläuft sich auf 1,200,000 Steres mit einem Gewicht von 4,500,000 mtr. Ctr. Dieses Förderquantum wird in 1800 Torfstichen gewonnen, die vorzüglich in den Departements der unteren Loire liegen, welche 75,000 Steres hervor=

bringen, ferner in dem Isère-Departement mit 100,000 Steres, in dem Departement du Doubs 60,000, im Departement Pas de Calais 170,000, in dem Somme-Departement 290,000, in dem Aisne-Departement 70,000, in dem Departement Oise 80,000 und in dem Seine- und Oise-Departement 75,000 Steres.

Im Ganzen producirt Frankreich jährlich 37,000,000 mtr. Ctr. mineralische Brennmaterialien, Anthracit, Steinkohle, Braunkohle und Torf, mit Ausnahme von 3 Millionen, die durch 25000 Bergleute und Maschinen von 10,000 Pferde Kraft für den Grubenbetrieb verbraucht werden.

Eine sehr bedeutende Einfuhr fremder Kohlen kommt zu der Landesproduction hinzu, um dem Bedarf zu genügen. Diese Einfuhr hat seit mehreren Jahren in immer steigendem Maße zugenommen und beläuft sich gegenwärtig auf 14,000,000 metr. Ctr. Das Kohlengebirge in Frankreich könnte bei Weitem mehr liefern und der Grubenbetrieb nicht allein auf Kosten der fremden Einfuhr sich vermehren, sondern auch dem gewaltigen Holzverbrauch, welcher sich auf nicht weniger als 44,000,000 Steres erhebt, das Gleichgewicht halten.

Diese 44,000,000 Steres Holz auf den Hüttenwerken verbraucht, vertreten die Stelle von 150,000,000 metr. Ctr. Vergleicht man nun die Heitzkraft der beiden Brennmaterialien, so findet man, daß die 280,000 Hectare Kohlenterrain, die in Frankreich existiren, den 4ten Theil des Nutzeffectes hervorbringen, der durch das vegetabilische Brennmaterial erzeugt wird; dieses letztere aber ist Hauptproduct von 8,500,000 Hect. Forsten, d. h. einer Oberfläche, die 30 Mal größer, als das Steinkohlenterrain ist. Nehme man nun an, daß unsere Steinkohlengruben in einem normalen Betriebe ständen, so wäre nur der 7te oder 8te Theil des jetzt mit Holz bedeckten Landes an Steinkohlenterrain erforderlich, um eine gleich große Wärmeentwickelung zu gewähren. Dabei ist nicht zu übersehen, daß der unter Tage stehende Grubenbetrieb den Anbau der Oberfläche nicht verhindert.

Man hat öfters von der möglichen Erschöpfung der Kohlenlager in einer gewissen Zeit gesprochen, es existiren in der That auch mehrere Beispiele von Bassins, die durch den Abbau merklich verarmt sind. Aber wenn man unseren ganzen Kohlenreichthum betrachtet, so wird man sich überzeugen, daß die abgebaute Fläche sehr klein im Vergleich zur Totalfläche von 280,000 Hect. ist und daß der gegenwärtige Betrieb fortgesetzt und selbst während mehrerer Jahrhunderte vergrößert werden kann, ohne eine bemerkenswerthe Erhöhung in den Selbstkostenpreisen zn erzeugen. In einer großen Zahl der Becken des mittleren

Frankreichs vernachlässigt man die neuen Untersuchungen, weil man schon nicht mehr recht weiß, wie aus den bekannten Flötzen Nutzen zu ziehen sei; hätte man aber die Sicherheit des Absatzes, so würden selbst bei dem gegenwärtigen sehr niedrigen Preise gewiß viele neue Bauten in Betrieb kommen. Endlich würde man mit einer geringen Erhöhung von 10 oder 20 Centim. pro Ctr. viele Flötze angreifen können, die jetzt nicht bebaut werden, weil der Selbstkostenpreis größer sein würde, als der Verkaufspreis.

So folgt also aus dem Gesagten, daß die zu centrale Lage unserer hauptsächlichsten Kohlenbecken in der Nähe der hohen Uebergangsgebirge, wo die Flüsse entspringen und deshalb nur eine künstliche und sehr kostbare Schiffahrt erlauben, daß dieses die einzige Ursache, welche der Entwickelung unseres Grubenbetriebs hinderlich ist.

Es giebt wenige von unseren Kohlenbassins, deren vereinigte Flötze nicht eine Mächtigkeit von 10 Metr. hätten und in mehreren unserer Becken wird diese Zahl selbst noch übertroffen. Nun enthält das Bassin von New-Castle, das größte der Welt, 40 Kohlenflötze von 0,10—2 Meter Mächtigkeit, deren vereinigte Mächtigkeit also nur auf 13 Meter zu stehen kommt, und in diesen 13 Meter sind nur 9 Meter abzubauen. Der Werth der Kohlenbecken beruht also vorzüglich auf ihrer geographischen Lage, und die Vervollkommnung unserer Communicationswege kann nur dazu beitragen, die Wichtigkeit unserer Kohlengruben zu vermehren und denen gleich zu stellen, die sich schon all dieser Vortheile erfreuen.

Drittes Capitel.

Steinsalz und Gyps, Schwefel und Bitumen.

Vorkommen des Steinsalzes und Gypses.

Das Steinsalz kommt in keiner bestimmten Gruppe ausschließlich vor, und man findet es fast in allen über dem Zechstein liegenden Formationen. Faßt man indeß eine geognostische Bildung ins Auge, d. h. eins jener großen Becken, dessen Umrisse sich in der secundären Periode gebildet, so sieht man, daß das darin vorkommende Steinsalz immer eine bestimmte Stelle einnimmt.

So kommen die in England (Norwich) in Bau stehenden Salzlager in der Rauchwacke (magnesian limestone), dem mittleren Gliede der Zechsteinbildung, vor, die deutschen finden sich in den Kalkschichten des Zechsteins und des Muschelkalks. Im östlichen Frankreich gehören die Steinsalzlager von Dieuze und Vic (Meurthe) und alle, die zwischen den Vogesen und dem Jura liegen, ausschließlich der Keuperformation an. Das zu Bex im Canton von Vaud gewonnene Salz ist im Lias eingeschlossen. In den österreichischen Alpen und den Karpathen haben sich die Salzlager zwischen dem oberen Oolith und dem Grünsand zusammengedrängt. Der größte Theil der Gyps- und Schwefelstöcke Polens liegt in der Kreide, und die berühmten Salzlager von Wieliczka befinden sich sogar in dem Tertiärgebiet derselben Formation. In Catalonien und den Pyrenäen trifft man die Salzlager wie die Salzquellen bald in der Kreide, bald in dem tertiären Terrain.

So gehört das Steinsalz und der Gyps offenbar der secundären und tertiären Periode an. In jeder dieser großen Bildungen aber war es eine bestimmte und kurze Epoche, während welcher die Salzlager erzeugt wurden, so daß man ihnen sowohl, als dem Gypse, eine bestimmte geognostische Stellung anweisen kann.

Außer der fast beständigen Gegenwart des Gypses, welcher das

Steinsalz bei allen oben erwähnten Vorkommen begleitet, — finde es sich nun in Lagern, in geschichteten Nestern, in einzelnen Krystallen oder in fasrigen oder krystallinischen Platten, die in den Spalten des Salzgebirges abgelagert sind, — giebt es namentlich noch zwei Hauptbegleiter, mit denen großartige Salzlager auftreten. Zuerst sind letztere durch dolomitischen Kalk charakterisirt und dann kommen mit ihnen Thon oder Mergelschichten vor, deren graue oder bläuliche Farbe ins Rothe übergeht. Diese beiden Haupteigenschaften sind von Herrn v. Beaumont hervorgehoben worden, sowohl bei den Salzgebirgen der Pyrenäen, als bei denen von Lothringen, welche beide in geographischer wie geologischer Beziehung weit von einander stehen, da jene der Kreide, diese dem Keuper angehören. Bemerkt man das gleichartig buntscheckige Aussehen der Mergelschichten, deren rothe Farbe besonders auffallend ist und das des dolomitischen Kalkes, welcher sie begleitet, so möchte man annehmen, daß jene beiden Salzformationen derselben Bildung angehörten. Hat man dagegen gezeigt, daß diese Formationen sehr verschieden von einander sind, so kann man die Uebereinstimmung und Identität der Charaktere nur denselben Kräften zuschreiben, welche den Gyps und das Steinsalz, wenn auch zu verschiedenen Epochen erzeugt haben.

Das Steinsalz kommt namentlich in zwei verschiedenen Weisen vor, in Flötzen und geschichtet in eingelagerten Stöcken.

Die Steinsalzflötze oder Lager haben keine so große Ausdauer und Ausdehnung, daß man sie in einer ganzen Formation und in der Richtung des Streichens aufsuchen könnte; aber sie sind dennoch so ausgedehnt, daß man auf Entfernungen von 10,000 Meter z. B. wenig Veränderung in dem Fortsetzen der Lager, ihrer Mächtigkeit, Anzahl, Aufeinanderfolge und den Gebirgsschichten, welche sie trennen, gefunden hat. Dieses Vorkommen verdient also ohne Frage ebenso gut die Benennung Flötze, wie der größte Theil der Kohlenflötze, welche nicht mehr Regelmäßigkeit darbieten. Der Vergleich könnte selbst noch auf einzelne Unregelmäßigkeiten ausgedehnt werden, wie die wellenförmigen Biegungen des Daches und der Sohle; aber er kann nicht vollständig durchgeführt werden, da das Steinsalz, welches also vorkommt, besonders in Frankreich in der östlichen bunten Sandsteinformation, wie die ganze Formation, nur wenig bemerkbaren dynamischen Wirkungen ausgesetzt war.

Das Vorkommen in Stockwerken erweckt augenblicklich ganz andere Ideen über ihren Ursprung, wenn auch in allen Fällen diese Stöcke in der Schichtungsrichtung gelagert sind und selbst durch einzelne

Linien, die zuweilen mit jener übereinzustimmen scheinen, von einander abgesondert werden. Die Schichten dieser Stockwerke fallen in der That nach allen Richtungen, und dieses Vorkommen scheint von einer späteren Ausdehnung herzurühren, der die niedergeschlagenen Salzmassen ausgesetzt gewesen und wodurch sich so Nester von Gyps und Steinsalz gebildet haben. Der Zusammenhang, welcher in mehr als einem Falle zwischen den abnormen Felsarten und diesen Stockwerken stattfindet, scheint die Hypothese eines späteren Ursprunges, als das einschließende Terrain zu rechtfertigen,

Steinsalzlager im östlichen Frankreich.

Man baut in dem Thale von Seille, und zwar in dem Theile, welcher das Arondissement von Chateau Salins durchzieht, auf Salz. Diese Baue dehnen sich circa 25,000 Meter aus und ziehen sich aus der Umgegend von Dieuze bis Petoncourt, jenseit Vic. Man hat in dieser Richtung von Ost nach West 8 Schächte abgeteuft und 10 Bohrlöcher niedergestoßen, die 13 Steinsalzlager durchörtert haben, welche bei Dieuze eine Totalmächtigkeit von 58 Meter besitzen.

Das Steinsalz lagert beständig über dem Sandsteine, welcher die oberen bunten Mergel von dem unteren rothen und bläulichen Mergel trennt. Das Vorkommen des Salzes zeigt sich stets durch die Gegenwart des Gypses an, der entweder in kleinen Lagen, nesterartig oder in einzelnen, den Mergel nach allen Richtungen durchziehenden Adern vorkommt. Dieser Gyps ist fasrig, compact und auch krystallisirt, bisweilen in Gemeinschaft von kleinen Anhydritparthien; ein noch näheres Anzeichen ist der graue oder bläuliche Thon, der von rothem fasrigem Salz und Polyhallit durchdrungen ist, und welchen man Salzthon nennt. Der Salzthon scheint um so weniger aufbrausende Theile zu enthalten, als er näher dem Salzlager liegt. Er führt gleichfalls mehr Anhydrit als Gyps mit sich.

Das gewöhnliche Steinsalz ist von einem schmutzigen oder grünlichen Grau in Folge seiner Vermengung mit dem Salzthon. Man findet es ausnahmsweise bitumenhaltig, dann kommt das rothe und hierauf das weiße Salz, welches höchstens den 6ten Theil des ganzen Lagers ausmacht. Alle diese einzelnen Sorten von Salz sind spaltbar, aber die Spaltungsflächen setzen nicht weit fort, sie durchkreuzen sich in allen Richtungen und deuten so auf eine rasche und verworrene Krystallisation. Die mehr oder weniger reinen Schichten sind sehr

häufig in der Schichtungsrichtung durch Thonbestege von einander getrennt.

Herr Le Vallois, welcher als Ingenieur die ausgezeichneten Grubenbauten von Dieuze und Vic geleitet hat, scheint nicht an dem Zusammenhange dieser Lager zu zweifeln, die nur an den beiden äußersten Punkten und zwar auf eine Entfernung von 1500 Meter bebaut werden. Ohne Frage ist die Mächtigkeit nicht ganz dieselbe, was indeß auf die Entfernung von 2—3000 Meter, in welchen die Schächte niedergebracht sind, eben nicht hervortritt. Eine gewisse Uebereinstimmung der Lager aber findet sich in dem mineralogischen Charakter derselben, z. B. in dem Vorhandensein der der Schichtungsrichtung parallelen Streifen, welche die Lager in verschieden nüancirte Abtheilungen bringen. Die ersten Lager und besonders das dritte sind in Dieuze wie in Vic durch das gleichzeitige Vorkommen von Polyhallitnestern charakterisirt. Endlich ist es merkwürdig, daß in Beziehung auf die Mächtigkeit jenes dritte Lager gleichfalls an beiden Punkten übereinstimmt. Aus folgender Uebersicht wird sich die Aufeinanderfolge der einzelnen Schichten von Dieuze und Vic ergeben.

	Dieuze M.	Vic M.		Dieuze M.	Vic M.
Teufe bis zum Salz	55,10	67,60	Salzthon . . .	3,70	2,40
Salz 1stes Lager	3,60	2,90	Salz 7tes Lager	2,50	2,10
Salzthon	0,80	1,50	Salzthon . . .	4,30	3,50
Salz 2tes Lager	3,60	2,60	Salz 8tes Lager	3,10	1,00
Salzthon	0,20	0,70	Salzthon . . .	3,50	5,80
Salz 3tes Lager	1,00	14,30	Salz 9tes Lager	4,60	2,10
Salzthon	2,30	1,30	Salzthon . . .	2,60	4,40
Salz 4tes Lager	2,00	3,10	Salz 10. Lager	9,70	3,00
Salzthon	4,10	0,80	Salzthon . . .	0,20	3,20
Salz 5tes Lager	1,00	3,20	Salz 11. Lager	5,40	5,30
Salzthon	1,20	0,40	Salzthon . . .	50,10	2,70
Salz 6tes Lager	0,50	10,90	Salz 12. Lager	6,20	14,50

Es ist merkwürdig, daß in Vic die ganze Mächtigkeit des Salzgebirges 98,70 M., die Totalmächtigkeit der Salzlager gleich 65 Meter ist und die der dazwischen liegenden Thonschichten nur 33,70 M. beträgt. In Dieuze ist die Totalmächtigkeit der 12 Salzlager gleich 64,50 M. d. h. auffallend gleich der Totalmächtigkeit der bekannten 12 Lager von Vic. Man kennt ferner noch ein 13tes Lager von 3,10 M. Mächtigkeit, von dem 12ten durch eine Schicht Salzthon von 3,40 M. getrennt.

Die auf eine Länge von 25,000 Meter in der Richtung von Ost

nach West bekannten Steinsalzlager, d. h. die Lager von dem Schachte von Petoncourt an gerechnet bis zum letzten Schachte von Dieuze, kommen nicht allein in dieser Richtung vor. Man fand sie in Abondange wieder, welches 10,000 Meter nördlich von dieser Streichungslinie belegen ist und zwar, nachdem man 121 Meter salzleeren Mergels durchfahren hatte, kam man auf durchaus dasselbe Vorkommen, wie zu Dieuze und Vic. Man hat sie ferner noch zu Rozières aux Salins wiedergefunden, welches 20,000 Meter südwärts von Vic belegen ist. Die Untersuchungen, welche bei Maizières, in der Nähe der Vogesen, 16,000 Meter südöstlich von Vic angestellt worden, sind bis jetzt nicht mit Erfolg gekrönt; man kann indeß hierüber noch nichts Bestimmtes behaupten, da der Betrieb des Bohrloches bei 132 Meter Teufe eingestellt wurde.

Die bunten Mergel aus dem Thale von Seille bilden eine Art von Becken im Muschelkalk und im Innern dieses Bassins hat das Steinsalz eine solche Mächtigkeit erlangt, daß man dessen untere Gränze noch nicht kennt. Dieses Vorkommen ist also wie bei einzelnen Kohlenbassins ein dem Hauptbecken untergeordnetes Bassin. Es bleibt übrigens unerklärt auf welche Weise eine so ungeheure Quantität Salz auf einem Puncte zusammengehäuft werden konnte. Ein Factum indeß ist zu bemerken, daß in den verschiedenen Steinsalzarten kein Jod vorkommt.

In dem Thale von Seille sind aber nicht allein die bunten Mergel salzhaltig; überall in den östlichen Gegenden zwischen den Vogesen und dem Jura, wo diese Formation ihr Ausgehendes hat, zeigen Salzquellen und das häufige Vorkommen des Gypses den fortwährenden Salzgehalt des Terrains an, der, wenn auch nicht in demselben Grade, doch in genügender Weise vorhanden ist, um häufig gewonnen werden zu können. Die Beschränkungen, welche durch das Berggesetz derartigen Untersuchungen auferlegt werden, konnten allein die Erforschung jenes interessanten Gebirges behindern. Bei den Untersuchungen könnte die Analogie mit dem zu Dieuze erforschten Terrain, die auf vielen Punkten ausgebeuteten Gypslager und endlich die Salzquellen ein sehr werthvolles Anhalten abgeben. Man hat gleichfalls bemerkt, daß das salzführende Glied dieser Formation unterhalb der Flötze von brennbaren Materialien läge, die in den bunten Mergeln vorkommen und in Gemonval, Gouhenant und Corcelles ꝛc. bebaut werden. Es sind nach diesen Mittheilungen verschiedene Bohrlöcher niedergestoßen worden, und man hat überall, wo Salzquellen existirten, auch das Steinsalz angetroffen, was namentlich zu Gouhenant in dem Departement

der Haut-Saône, der Fall gewesen ist. Das Steinsalz kommt übrigens dort, weder mit der Mächtigkeit, noch der regelmäßigen Schichtung, wie in dem Revier von Dieuze vor, und man betrachtet es eher als ein Stockwerk, wie als ein Lager, wegen der geringen Uebereinstimmung, welche man in der Beschaffenheit des Lagers bei sehr nahe neben einander niedergebrachten Bohrlöchern gefunden hat.

Sehr schwierig zu überwindende Uebelstände machen übrigens das Abteufen von Schächten in dem bunten Mergel sehr kostspielig. Diese Hindernisse rühren von unterirdischen Quellen oder Seen her, die über dem Steinsalz liegen, und da der Salzthon nicht vollständig undurchdringlich ist, so stürzen die Wasser in die geöffneten Baue, wenn man letztere nicht sehr genau beachtet und Vorrichtungen trifft, das Weiterdringen des Wassers zu verhindern, sobald sich dasselbe zeigen sollte. Dieser Umstand erschwert noch den Bau auf Steinsalz und macht, daß man lieber die Salzquellen ausbeutet, welche auf vielen Punkten das Vorhandensein des ersteren bekunden.

Salzstock in den Pyrenäen.

In den Pyrenäen kommt das Steinsalz auf ~~sehr verschiedene~~ eine ganz andere Weise vor. Wie wir schon bemerkt, trifft man dasselbe nicht in dem Keuper, wohl aber zu gleicher Zeit in der Kreide und tertiären Formation. Anstatt in regelmäßigen und fortsetzenden Schichten sich zu finden, scheint es, daß das Steinsalz nur in Stockwerken vorkommt. Herr Dufrenoy, der diese Formationen sehr genau studirt hat, bestätigt, daß der Gyps und der Ophit, deren Vorkommen mitunter gleichzeitig ist, fast immer von Salzquellen und Steinsalz begleitet werden. So bildet denn auch den Hauptmittelpunkt für die Salzgewinnung der Kreis von kreideartigen Kalkbergen bei Anana, die offenbar Erhebungskrater sind, deren Ophit und Gyps den Mittelpunkt bilden. Die Salzquellen treten dort aus einer Spalte hervor, die in der Mitte des Ophits geöffnet ist.

Die Salzquellen trifft man häufig in den Pyrenäen an, und sie können nur dem Zusammentreffen von natürlichem Wasser mit Steinsalzmassen zugeschrieben werden. Diese Thatsache ist so bestimmt, daß in der Umgegend von Orthez durch Beobachtung nachgewiesen ist, wie einzelne Quellen einen hohen Salzgehalt besitzen, während bei einiger Entfernung von ihnen der Salzgehalt in anderen Quellen sich verminderte und zuletzt ganz aufhörte, und wie man durch ein in jenem Centralpunkte niedergebrachtes Bohrloch bei einer unbedeutenden Teufe eine Steinsalzmasse von 10 Meter Mächtigkeit antraf.

In dem Thale von Cardonne gehen zwei mächtige, an ihrer Basis zusammenhängende Salzlager an dem Abhange des Hügels gleichen Namens zu Tage. Sie bilden beide ein nesterartiges Vorkommen. Das eine, in Betrieb stehende hat ungefähr 130 Meter auf 250 und setzt in unbegränzte Teufe nieder; es besteht aus blättrigem Salze von verworrener Krystallisation. Der durch den Betrieb aufgedeckte Theil des Lagers (Fig. 13.) besteht aus acht fast horizontalen Schichten, die zusammen 15 Meter Mächtigkeit haben. Die Schichten sind von einander durch röthliche Mergelstreifen getrennt, die an die bunten Mergel erinnern, welche bei Dax in Begleitung des Gypses und der Salzquellen wieder vorkommen. Das zweite große Lager, das nicht im Betriebe steht, ist mit dem ersten an der Basis vereinigt, so daß man beide als zwei Erweiterungen eines einzigen Lagers betrachten möchte; es ist nicht geschichtet und durch den Mergel roth oder grün gefärbt, der in einzelnen Lagern in ihm vorkommt, und enthält Streifen von Gyps. Das Aussehen dieser dem atmosphärischen Einflusse etwas ausgesetzten Masse ist steil, schroff und in hervortretende Hörner zerrissen, so daß Herr Dufrenoy es mit einem Gletscher verglich.

Diese Steinsalzlager sind von einem rothen thonigschiefrigen Sandstein eingeschlossen, der der Kreide angehört und dessen Schichten ein Fallen von 15—20° (Fig. 13.) haben, so daß auf dem höchsten Punkte die Sandsteinschichten zerrissen sind, wie wenn ihre Elasticität eine so große Ausdehnung nicht zugelassen hätte. Es giebt also in Wahrheit keine Beziehung zwischen der in horizontale Bänke getheilten Steinsalzmasse und der Schichtung des einschließenden Gebirges, welche im Gegentheil bedeutende Störungen erlitten hat, die mit der Bildung des Steinsalzes zusammenzuhängen scheinen. Das Steinsalz wäre also jünger als das es enthaltende Kreidegebirge und sein häufiges Vorkommen in dem tertiären Terrain ist ein noch schlagenderer Beweis dieses späteren Ursprungs. Endlich führt das beständige Zusammenvorkommen des Steinsalzes und der Salzquellen mit dem Gypse und den vulcanischen Ophitmassen zu der Vermuthung, daß der Ursprung dieser zwischen den geschichteten Gebirgen eingelagerten Salzmassen, Einflüssen zuzuschreiben ist, die ihre Wirkung nach der Bildung des einschließenden Terrains ausgeübt haben, und daß diese Einflüsse mit der Eruption der Ophite in Verbindung stehen.

Verschiedene Steinsalzlager in Europa.

Die in England und Deutschland im Bau begriffenen Steinsalzlager gehören den beiden Arten an, welche wir so eben beschrieben

Fig. 13.

E. Hommeyer Del.

Tagebau auf Steinsalz.

in dem Cardonner Thale (Pyrenäen).

haben, und haben bis jetzt kein neues Vorkommen gezeigt, welches die Theorie über den Ursprung und die Lagerungsverhältnisse des Steinsalzes verbessern könnte. So erinnern die Lager von Norwich durchaus an die von Lothringen, die Stöcke in Salzburg hingegen scheinen mit den Bildungen der Pyrenäen zu correspondiren.

In dem Salzburger Salzgebirge, zu Berx ꝛc., ist es merkwürdig, wie die Thon- und Kalkschichten von Salztheilchen durchdrungen sind, und diese Durchdringung mitunter so vollständig vor sich gegangen ist, daß die Salzgewinnung auf keinem anderen Wege, als durch Auslaugen vor sich gehen kann, da die directe Gewinnung des Salzes wegen seiner Vermischung mit dem einschließenden Gebirge unmöglich ist.

Wir haben den Gyps immer als eine zu dem Steinsalz gehörige Gebirgsmasse bezeichnet. Sein Vorkommen ist in der That in fast allen Fällen Anzeichen und Führer. Kommt auch das Steinsalz im Zechstein, dem bunten Mergel, dem Lias, der Kreide oder dem tertiären Terrain vor, so ist es immer in Begleitung von Gyps, der sich entweder in wellenförmigen Lagern zeigt, oder in Nestern vorkommt, die der Schichtung nach im Mergel eingelagert sind, oder endlich in faserigen Platten, womit die Spalten des Gebirges ausgefüllt sind, und in einzelnen oder zusammengruppirten Krystallen, auftritt.

Das Vorkommen des Gypses, welches also unter allen Umständen mit dem Steinsalze stets gleichzeitig ist, rührt offenbar von gleichen Kräften her. Diese beiden Mineralien wurden zusammen erzeugt und entstanden in analogen und gleichzeitigen geologischen Perioden.

In vielen Fällen wurde der Gyps allerdings nur allein erzeugt und ist vom Salze frei; wohl aber bemerkt man, wie sein Vorkommen von der Art ist, daß mit ihm zu gleicher Zeit ohne Ausnahme das Salz existiren konnte. So findet man einzelne Gypslager in Formationen, die dem Salze vorzugsweise angehören; die Gebirgsschichten haben dasselbe Aussehen, das Terrain dieselbe Structur, und wir können hier namentlich den Gyps von St. Léger sur Dheune im Saône- und Loire-Departement anführen, der im Keuper als wellenförmige Lager, oder in traubenförmigen Klumpen oder in faserigen krystallinischen Platten vorkommt, und wo die Charaktere der Felsarten der Art sind, daß ihnen nur der Salzgehalt fehlt, um für wirklichen Salzthon gehalten zu werden. Der Gyps von Aix in der Provence, der in dem tertiären Gebirge eingelagert ist, bietet dieselben Verhältnisse dar.

Diese Gypsarten könnte man salzige Gypse nennen, selbst dann, wenn sie kein Steinsalz führen, weil sie die Identität der Charaktere mit denen bewahren, die in der That von Steinsalz begleitet

sind. Sie sind durch ihre wellenförmige Structur und nesterartiges Vorkommen, ihre feine und compacte und öfter krystallinische Textur, ihre Weiße und Reinheit in einem bei weitem höheren Grade als diejenigen Gypsarten charakterisirt, welche als offenbare Niederschlagsgebirge dastehen und zu denen die des Pariser Bassins gehören. Endlich findet man dort öfter den Anhydrit und man hat selbst bemerkt, daß in einzelnen Nestern der Anhydrit den Mittelpunkt bildet, während die äußere Rinde aus wasserhaltigem Gyps bestand, wie wenn die ganze Masse im ersten Zustande wasserfrei gewesen und durch spätere Einflüsse erst Wasser aufgenommen hätte. Diese Hypothese scheint selbst in vielen Fällen das Aufblähen des Gebirges zu erklären, und ebenso die Biegung der Mergelschichten, die sich um die später gebildeten Gypsmassen herumgelagert, durch die Ausdehnung der letzteren in die Höhe gehoben wurden und dadurch aus ihrer horizontalen Lage herauskamen. Diese Aufschwellungen werden jedenfalls zum Theile wenigstens von der Ausdehnung jener Nester und Anhydritmassen herrühren, die, wie wir schon erwähnten, in den wasserhaltigen Zustand übergingen.

Ursprung des Steinsalzes und Gypses.

Die großen geologischen Kräfte, welche bei Erzeugung der Mineralmassen, die unsere Erdrinde zusammensetzen, gewirkt haben, sind heute noch durch ähnliche Phänomene repräsentirt, die von den ersteren sich nur durch eine geringere Gewalt unterscheiden. So erklärt uns die Thätigkeit unserer heutigen Vulcane das Hervortreten der durch Feuer erzeugten Felsarten (vulcanische Massen), und der gewaltige Niederschlag in den einzelnen geologischen Epochen wird durch die Anschwemmungen unserer Flüsse, durch die kalkigen Incrustationen der versteinernden Quellen, ebenso durch die Bildung der madreporischen Inseln u. s. f. dargestellt. So kann man also durch das Durchforschen und Zergliedern der gegenwärtigen Naturerscheinungen für eine noch unsichere Theorie, wie die der Bildung des Gypses und Steinsalzes ist, einiges Licht erwarten.

In dieser Beziehung scheint Toscana der günstigste Punkt für das Studium zu sein, denn dort findet man den jüngsten Salzgyps in der größten Ausdehnung, das Steinsalz und eine Formation, (die Lagoni), welche offenbar die Folge, das Ende des großen Erzeugungsprocesses gewesen ist, der in den tertiären Schichten diese Massen von Gyps und Steinsalz abgelagert hat.

Die Umgegend von Volterra versorgt die ganze Welt mit Alabaster.

Dieser Gyps ist häufig weiß, compact und durchscheinend, bisweilen grau und gelb geädert; sein begleitendes Gestein ist der bläuliche und graue Mergel, der in dieser Gegend den Namen Mattajone führt. Diese Mergelschichten sind sehr durcheinander geworfen und in Volterra selbst gehoben und gesenkt. Sie gehören der tertiären Periode an und es kommen aus ihnen Salzquellen hervor, die zur Entdeckung des Steinsalzes geführt haben.

Was man in der Umgegend von Volterra besonders bemerkt, ist die Reinheit und Mächtigkeit der Gypslager. Das gewöhnliche Vorkommen besteht in großen abgerundeten Massen mit nierenförmiger Oberfläche, die in den Mergelschichten eingeschlossen und von Zeit zu Zeit in der bald horizontalen, bald geneigten Schichtungsrichtung gefunden werden. Die einschließenden Mergel zeigen die Einflüsse späterer Störungen, die wahrscheinlich von einem Dazwischentreten des jüngeren Gypses herrühren. Diese Gypsparthien, obgleich sie in keinem Zusammenhange stehen, sind offenbar geschichtet und von gleichzeitigem Ursprunge als der Mattajone. Ihr nesterartiges Vorkommen kann nur von der Affinität der einzelnen Molecülen herrühren, die durch specielle Eigenschaften des Gewässers herbeigeführt worden, in welchem die Mergeltheilchen suspendirt waren und woraus dieselben sich niederschlugen.

Das Steinsalz scheint wie der Gyps nach den Schichtungslinien der ganzen Formation gelagert zu sein. Es wird durch Auslaugen gewonnen, nachdem auf demselben mehrere Schächte niedergebracht, von denen der tiefste folgende Schichten durchfahren:

Meter.	
44	von blauen Mergeln, begleitet von Alabastergyps
4,65	Steinsalz
6	Mergel mit Gyps
4,30	salzführender Mergel, ähnlich dem Salzthon
11,40	blauer Mergel
9	salzführender Mergel
7,90	Gypsmergel
12,50	Steinsalz
50	blauer Mergel.

In dieser Art kann das Salz- und Gypsgebirge von Toscana als geschichtet angesehen werden.

Die Natur der speciellen Ursachen, welche den Gyps und das Steinsalz zwischen den Schichtungsflächen der Formation, die unter den Salzgebirgen zu den neusten gehört, eingebracht haben, und welche

das Mergelgebirge von ihnen durchdringen ließen, scheint übrigens in Toscana mit dem Vorkommen der Lagoni in Uebereinstimmung zu stehen, des letzten Phänomens unter denen, welche in der tertiären Epoche mit vieler Energie auftraten und die niedergeschlagenen Gebirge im Augenblick ihrer Bildung durch Hinzuführen fremder Stoffe modificirten.

Die Lagoni sind Ausbrüche von Wasserdämpfen, die eine Temperatur von 105 bis 120° haben. Diese Dämpfe entweichen mit Gewalt aus den Spalten des Erdbodens, erheben sich in weißen Säulen von 10 bis 20 Meter Höhe, riechen nach Schwefelwasserstoffgas, verändern die Gebirgsschichten, welche sie durchdringen, indem sie sie auflockern, ihnen eine weiße Farbe geben und sie mit krystallinischem Gyps, mitunter auch mit Schwefel und Borarsäure durchdringen.

Die Lagoni kommen gruppenweise zu zehn, zwanzig und dreißig zwischen Monte Cerboli, Castel nuovo, Monte rotondo in einer fast geraden Linie vor, so daß ihre Eruptionen von einer Spalte oder einem Bruche herzurühren scheinen, der sich vorher schon gebildet hatte, und sich auf dreißig bis vierzig Kilometer Länge hinzieht. Die Industrie wußte davon Vortheile zu ziehen, indem sie jene Dämpfe durch mit Wasser angefüllte Bassins streichen läßt, in welchen die Borarsäure sich auflöst und hierauf durch die Temperatur der Lagoni selbst eingedampft wird. Die merkwürdigste geologische Thatsache hierbei ist die erzeugende Fähigkeit dieser Dämpfe in Bezug auf den Gyps, der sich in kleinen Krystallen und krystallinischen Concretionen gebildet hat, welche das Mergel- und Kalkgebirge durchziehen.

Denkt man sich in Salzseen oder Becken die erzeugende und verdampfende Thätigkeit der Lagoni, so wird man dies Abwechseln und gegenseitige Durchdringen von Gyps und Steinsalz in den schlammigen Niederschlägen jener Zeit sich erklären können. Der krystallinische Gyps in kleinen Lagern und in dem Mergel in Nestern vorkommend, rührt natürlich von Verwandtschaftsphänomenen her, von denen fast alle Formationen ähnliche Beispiele inBezug auf die kieselichen Verbindungen, das kohlensaure Eisenoxydul u. s. f. darbieten. Diese Gypsschichten werden die Zeit der Thätigkeit des Dampfes und der Eindringung des Wassers repräsentiren, während die salzführenden Schichten die Zeugen ruhiger Perioden der Erkaltungs-Epoche und des Niederschlags aufgelöster Stoffe sind. Das Vorkommen der borarsauren Kalkerde in dem Gypse, würde sich übrigens auf eine sehr natürliche Weise durch die Wirkung der Lagoni erklären lassen, wie sie heute noch thätig sind.

Endlich rührt das Vorkommen des geschichteten Dolomits in den

Salzgebirgen, des rothen Eisenoxyds, welches so häufig die blauen Mergel färbt, von dieser zusammengesetzten Erzeugungsart her, deren Producte zwar in einer geschichteten Form dennoch zu gleicher Zeit durch ihre mineralogische Beschaffenheit neptunischen und metamorphischen Gebilden angehören.

Diese theoretischen Ideen können übrigens von keinem großen Nutzen für die Auffindung und den Bau des Steinsalzes sein. Die angeführten Bemerkungen über das Vorkommen und die gewöhnlichen mineralogischen Charaktere des Salzgebirges, die Schlüsse, welche man hieraus durch Analogien ziehen kann, die Beobachtung endlich über das Vorhandensein und die Beschaffenheit der Salzquellen, ihrer Stärke, ihres Salzgehaltes ꝛc. sind rationellere und sicherere Führer.

Die von Bitumen durchdrungenen Schichten, wie der asphalthaltige Kalkstein von Pyrimont bei Seyssel, die brennbaren, bituminösen Schiefer, die sich in den Departements der Saône und Loire und der Haute-Saône finden, der bitumenhaltige Sand der Departements des Haut und Bas Rhin u. s. w. verdanken wahrscheinlich ihren Bitumengehalt und das Oel, welches in ihnen vorkommt, Phänomenen derselben Ordnung, welche während oder nach der Bildung der Schichten thätig waren. Die asphalthaltigen Quellen, welche mitunter mit Kohlenwasserstoffgas geschwängert sind, kommen häufig sowohl in den Salzgebirgen, wie in den vulcanischen vor. Man könnte also glauben, daß in dem einen wie in dem anderen Falle diese Quellen aus dem Mittelpunkte nach der Oberfläche der Erde vordringen, und Ueberbleibsel vulcanischer Thätigkeit sind, die früher bei weitem energischer war.

Man muß endlich zu denselben Bildungen den Alaunschiefer von Toscana und Tolfa zählen, die mit Schwefel und Schwefelverbindungen imprägnirten Kalkgebirge, welche so häufig in Italien (Rimini) und besonders in Sicilien vorkommen, wo die über der Kreide liegenden Mergelschichten ungeheure Quantitäten Schwefel enthalten. Diese Durchdringungen gehören mehr als jede andere in die Klasse der Phänomene des Metamorphismus und ihr Vorkommen ist in Italien stets mit dem Auftreten von durch Feuer erzeugten Felsarten verbunden.

Blicken wir nun auf das zurück, was wir so eben über Mächtigkeit und das Fortsetzen der Steinsalzlager gesagt haben: so werden wir finden, daß dieses Mineral in der Natur sehr oft vorkommt, daß Frankreich eines der begünstigsten Länder in dieser Beziehung ist und daß bei einem gesteigerten Verbrauche durch die Gewerbe und den Ackerbau, die Steinsalzförderungen bedeutende Mengen zu einem Preise liefern könnten, der um ein Geringes höher wäre als

der der Kohle. Der Verbrauch des Salzes ist aber in den meisten Gegenden mit so wirklich abscheulichen und ungerechten Privilegien belastet, daß man auf seine Anwendung in der Agricultur verzichten mußte, und die Production der Gruben wie der Salzsolen ist namentlich in Frankreich winzig im Vergleich zu der, welche unter der Herrschaft einer minder strengen Gesetzgebung stattfinden könnte. Die Gewinnung des Salzes durch Salzgärten, wo nicht so große Kapitalien, als zur directen Gewinnung erforderlich sind, nimmt übrigens den bei weitem thätigsten Antheil an der französischen Totalproduction, die sich auf vier Millionen metr. Ctr. beläuft.

Die directe Gewinnung des Salzes, sei es nun durch Grubenbau, sei es durch Auslaugen, ist hauptsächlich in dem Departement der Meurthe concentrirt, welches jährlich 350,000 metr. Ctr. hervorbringt. Die Salzquellen der Departements des Doubs, des Jura und der Mosel liefern ungefähr 120,000 Ctr. Endlich können die Salzgebirge in den Pyrenäen, die Quellen, welche aus den tertiären bunten Mergeln von Citis und Lavalduc in dem Departement Bouches du Rhône hervortreten, ungefähr 150,000 Ctr. geben. Danach beträgt also die Steinsalzgewinnung und der davon abhängende Salinenbetrieb nur ein Sechstel der Totalproduction Frankreichs.

In England, wo die Einrichtung der Salzgärten wegen des beständig feuchten Klimas sehr schwierig ist, liefern die Steinsalzgruben und Solquellen, welche in Cheshire und Straffordshire vorkommen, ein jährliches Quantum von 4,600,000 metr. Ctr., d. i. eine Zahl, die bedeutender als unsere Production ist, wenn auch der Totalreichthum der englischen Salzlager eben nicht größer ist, als der unserer Lager in den Pyrenäen und in Lothringen. Die Binnenlage Deutschlands giebt dort in gleicher Weise den Salzgebirgen eine große Wichtigkeit.

Die Asphaltproduction war in Frankreich großen Schwankungen ausgesetzt. Die hauptsächlichsten Förderungen fanden in dem asphalthaltigen Sande oder Sandstein der Departements des Landes und Bas Rhin statt, die im Durchschnitt, und zwar ersteres 10,000 metr. Ctr. und letzteres ungefähr 20,000 metr. Ctr. jährlich liefern. Zu dieser Production kommen noch 5—6000 Ctr. asphaltführender Kalk hinzu, der in der Umgegend von Pyrimont bei Seyssel gewonnen wird. Man wendet diesen Kalk an, um mit dem oben erwähnten Asphalte jene Masse zu bilden, welche man namentlich in Paris zu Trottoirs gebraucht. Die Einfuhr asphalthaltiger Gesteine, um dieselben mit unserem natürlichen Bitumen oder künstlichen Gemengen zu den

erwähnten Zwecken zu verbinden, belief sich in den letzten Jahren auf mehr als 43,000 metr. Ctr. Diese Gesteinsart ist gleich der des Ain-Departements und wird uns aus den benachbarten Gegenden von Savoyen und der Schweiz zugeführt.

Frankreich hat keine Schwefelgruben. Lange Zeit baute man auf Schwefelkies um den Schwefel hieraus zu gewinnen, und aus dem Rückstande die gelben und rothen Ocker zu erzeugen; man hat aber jetzt auch dieses Gewerbe verlassen und der jährliche Bedarf von 20—22,000 Ctr. wird uns fast ausschließlich von Sicilien geliefert, wo der Bau auf schwefelhaltige Kalk- und Thonlager in hohem Flore steht.

Viertes Capitel.

Eisenerzlager.

Die Eisenerze kommen auf dreierlei sehr verschiedene Arten vor, welche die Industrie unter den drei Benennungen Eisensteine, Eisenerze und Alluvialerze begreift. (Siehe die Karte Fig. 1.)

Die Eisensteine trifft man nicht geschichtet an, sondern sie brechen als Erze in Gängen und finden sich deshalb nur in den abnormen und metamorphischen Felsarten, wo sie den speciellen Charakter einer krystallinischen Textur zeigen. Sie treten deshalb hauptsächlich in dem Uebergangsgebirge auf, und fast alle Erze der Pyrenäen, der Hautes-Alpes (Dauphiné) und des mittleren Theiles der Vogesen gehören in diese Abtheilung, welche mit den übrigen metallischen Vorkommen, die später als das einschließende Gebirge gebildet wurden, beschrieben werden sollen.

Charakteristik der geschichteten Eisenerze.

Die Eisenerze (in dem Sinne, wie wir es eben angedeutet) haben einen erdigen Bruch und schließen nur ausnahmsweise einzelne Krystalldrusen mit ein; sie sind geschichtet und von gleichem Alter als die verschiedenen Formationen, in denen sie als regelmäßige Schichten vorkommen und deren Fossilien selbst in vielen Fällen in ihnen gleichfalls eingelagert sind. Für den Hüttenmann ist es wichtig, daß diese Erze dem Schmelzproceß direct übergeben werden können, ohne eine andere Vorbereitung, als ein mehr oder weniger sorgsames Ausklauben erfahren zu haben; für den Bergmann aber ist es bemerkenswerth, daß die in Rede stehenden Erze mit den geschichteten Gebirgen parallele Lager bilden und entweder in Tagebauen auf den Thalabhängen, wo sie ausgehen, oder durch Schächte und Strecken, die das einschließende Gebirge durchfahren, bebaut werden können.

Die Alluvialerze hingegen kommen an der Oberfläche vor und sind kaum durch die jüngsten Formationen bedeckt; gewöhnlich findet man sie in dem Mergel, von dem sie durch Wasser getrennt werden. Dieses Vorkommen hat ihnen eben den Namen Alluvialerze gegeben, obgleich manche unter ihnen bis zur tertiären Periode und selbst noch darunter wegreichen; alle aber tragen einen so übereinstimmenden Charakter, daß die genaue Unterscheidung ihres wirklichen Alters ohne Wichtigkeit ist. Man wendet sie nur nach einem sorgfältigen Schlemmen und Waschen an, um sie so von den merglichen Theilen zu befreien, mit denen sie vorkommen.

So gehören die Eisenerze, welche in den geschichteten Gebirgen vorkommen, zur ersten und zweiten Klasse (siehe die mit 1. und 2. bezeichneten Eisensteinlager Fig. 1.), nämlich:

1) Die Alluvialerze, welche als erbsen- und roggensteinförmige Oxydhydrate auftreten und in Nieren, Platten und unregelmäßigen Stücken in den merglichen oder sandigen Schichten brechen, aus denen die jüngsten Gebilde bestehen.

2) Die eigentlichen Eisenerze, worunter man das kohlensaure erdige Eisenoxyd, das rothe Oxyd, das compacte Oxydhydrat versteht, die gleichfalls in roggensteinartigen Klumpen oder schichtenförmig brechen und in dem Uebergangsgebirge bis zu dem tertiären Terrain angetroffen werden.

Vorkommen der Eisenerze im Allgemeinen in den verschiedenen Formationen.

Es ist wahr, daß die Eisenerze unter Verhältnissen vorkommen, die auf allen Punkten nicht immer dieselben sind, aber bei großer Ausdehnung doch ihren eigenthümlichen Charakter beibehalten. Diese Verhältnisse zeigen, daß die erzeugenden Kräfte, obgleich dieselben öfter von localen, isolirten und sparsamer vorkommenden Phänomenen herrührten, und in gewisser Weise der großen Niederschlagsthätigkeit beigefügt worden, dennoch alle in einer gewissen Uebereinstimmung standen, die sie zu bestimmten Zeiten wirksam werden ließ. So erinnern einzelne Schichten des Uebergangsgebirges, die mit Eisenoxyd durchdrungen sind, an die Mineralquellen, welche sich mit den im Niederschlag begriffenen Formationen jener Zeit vermischten. Die so hinzu gekommenen Stoffe mußten sich bei ruhigem Gewässer concentriren und absondern, während sie sich in stark bewegten Wassern, wie die waren, aus denen der alte rothe Sandstein niedergeschlagen ist, in der ganzen

Masse vertheilten. In der Kohlenformation z. B. stellt uns der dichte körnige Thoneisenstein das eisenführende Princip dar, welches wahrscheinlich durch Mineralquellen herbeigeführt wurde, dem Einflusse der damals in solcher Menge vorhandenen Kohlensäure ausgesetzt blieb, und sich so in Folge der chemischen Attraction in abgerundeten nesterförmigen Massen niederschlug. Die kuglige Bildung dieser Nester wurde meistens durch einen Kern hervorgerufen, um den sich die Eisenmolecülen gruppirten: es gab so in denselben Wassern einen chemischen Niederschlag der aufgelösten Materie und einen mechanischen der suspendirten Thontheilchen. Der chemische Niederschlag geschah aber nicht in allen Thonschichten und ist in einzelnen Paæthien concentrirt.

Das Eisen kommt häufig in den das Kohlengebirge überlagernden Formationen vor; abgesehen von den einzelnen Erzlagern, findet man dasselbe nur in dem rothen Sandstein der Triasformation, der in seiner ganzen Masse Eisenoxyd enthält, woher auch diese rothe oder bunte Färbung rührt, die eins seiner hauptsächlichsten Kennzeichen bildet. Vom Jura an gerechnet, findet man das Eisen am häufigsten als Oxydhydrat, und diese Oxydhydrate haben selbst in den meisten Fällen ein roggen- oder erbsensteinförmiges Gefüge, das selbst in den jüngsten Bildungen ein herrschendes Kennzeichen bleibt. Die oolithische Structur kommt übrigens im Jura überhaupt vor, und man hat dies Phänomen durch das Studium analoger Erscheinungen für einzelne durch Mineralquellen erzeugte Formationen, also erklärt: die aufsprudelnden Wasser halten die sandigen Theilchen suspendirt und diese dienen den einzelnen chemischen Niederschlägen zum Kern, um den sie sich so lange in concentrischen Schichten niederschlagen, bis ihr Gewicht zu bedeutend wird, sie selbst nicht mehr suspendirt bleiben können, niederfallen und sich zum ganzen Niederschlage gesellen. Es ist wahrscheinlich, daß die roggensteinartigen Eisenerze keinen anderen Ursprung haben.

Die Form von Drusen oder abgeschiedenen Stücken, welche man bei den Erzen der tertiären und Alluvialformation so häufig findet, muß einem Niederschlage zugeschrieben werden, der sich um Kugeln oder in den Spalten einer thonigen Masse gebildet hat. Letztere erfuhr nun durch Austrocknen eine Zusammenziehung, die sich nicht auf die Eisenerze erstreckte, woher diese hohlen Räume rühren.

Diese Eisenerzbildungen, sobald sie sich wirklich auf ihrem ersten Platze befinden, nehmen niemals einen großen Raum ein; nur dann, wenn sie durch die Gewalt des Wassers umgebildet wurden, bedeckten sie mitunter große Flächen. Dieses Letztere findet indeß nur ausnahmsweise statt, und man kann deshalb immer die Bildung von Eisenerzen

localen Ursachen zuschreiben, Wirkungen, die aus dem Innern nach der Erdoberfläche kamen und die ihre Thätigkeitssphäre nur auf einen gewissen Kreis ausdehnten, indem sie die vorher existirenden oder zu gleicher Zeit sich bildenden Formationen in einzelnen Theilen ihrer Massen durchdrangen.

Dieser Ursprung, den man den geschichteten Eisenerzen beilegt, macht es, daß ihr Auffinden in dem geschichteten Terrain niemals a priori bestimmt werden kann, wie dies mit der Kohle der Fall ist, sondern daß man hier nur durch direkte Anzeichen, wie das Ausgehende von Lagern oder die Identität gewisser Formationen mit bekannten Vorkommen, geleitet werden kann. Die Alluvialbildungen machen hiervon eine Ausnahme, weil sie auf einzelnen Punkten Eisenerze, in ein oder mehreren Flötzen, ziemlich regelmäßig vertheilt, enthalten. Das so regelmäßige Vorkommen von Eisenerzen in dem Departement der Haute-Saône z. B. rührt von einzelnen und engbegränzten Ablagerungen her, die durch Alluvialwasser zusammengeführt wurden; im Allgemeinen aber kann man immer nur behaupten, daß die Niederschläge von Eisenoxyd, wie sie in fast allen Formationen anzutreffen sind, mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln, welche die Hüttenkunde uns bietet, nur in einzelnen wenigen Fällen schmelzwürdig genannt werden können, und daß die angeführten Erzablagerungen eben nur Ausnahmen sind.

So enthalten die durch Eisenoxyd so stark gefärbten Formationen, der rothe Sandstein, der bunte Sandstein, der Keuper, nur einen sehr schwachen Antheil hiervon. Um in diesen Formationen bauwürdige Lager zu erzeugen, bedurfte es specieller Umstände, und dies konnte nur durch Concentrationen des Eisenoxydes auf einzelnen Punkten und in einzelnen Schichtungsklüften geschehen: so bildeten sich der körnige Thoneisenstein in der Steinkohlenformation, die roggensteinartigen Eisenerze in dem Jura (Bohnerze), der Kreide, der tertiären Formation und den Alluvialgebilden. Diese besonderen Erzlager muß man also studiren und jene weit verbreiteten Niederschläge, die sich in allen geschichteten Gebirgen vorfinden, nicht beachten. Wir werden durch Beispiele Gelegenheit haben, darzuthun, wie in allen Niederschlagswassern Eisentheile waren, die eben in den sandigen Formationen durch heftige Störungen überall vertheilt wurden, und in einzelnen Bildungen sich concentrirten, wodurch deshalb das Zeugniß einer langen ungestörten geologischen Periode dargethan wird. Dies Princip wird uns bei der Aufsuchung von Eisenerzen von großem Nutzen sein.

Eisenerze im Uebergangsgebirge und der Steinkohlenformation.

In dem Uebergangsgebirge kommen die geschichteten Eisenerze selten vor; die in ihnen brechenden Erze gehören mehr der Klasse an, welche wir mit dem Namen der Eisensteine bezeichnet haben. Nur ausnahmsweise finden wir in dieser Formation Lager von Eisenoxydhydrat und rothem Eisenoxyd, wie andere Erze, die eine analoge Zusammensetzung mit dem eisenhaltigen Granat haben.

In den Ardennen baut man auf drei Flötzen, die im Uebergangsgebirge eingelagert sind. Etwas Aehnliches findet man in den Departements Côtes du Nord und Morbihan. Der gänzliche Mangel an geschichteten Eisenerzen in dem Uebergangsgebirge würde den Betrieb von Eisenhütten in jenen Gegenden unmöglich machen, wenn diese Formationen nicht zu gleicher Zeit die wären, welche gemeinhin Erzgänge späteren Ursprungs einschließen; fehlen diese indeß, so giebt es kein anderes Mittel, als die Erze in noch anderen Gegenden zu suchen. Das geschieht z. B. auf dem großen Plateau des mittleren Frankreichs mit den wenigen Hohöfen, die dort in Folge des großen Ueberflusses an Brennmaterial errichtet worden. Creuzot nimmt seine Erze von den Bohnerzen des Jura und selbst von dem tertiären Erze des Berry. Die Hohöfen von Janon beziehen ihre Erze aus dem Lias von La Voulte; die aus der Umgegend von St. Chamond verschmelzen die Juraerze von Villebois, und selbst die aus dem Departement der Haute-Saône, um so die Armuth des benachbarten Uebergangsgebirges zu ersetzen und den Kohlenreichthum jener Gegend anzubringen.

In der Steinkohlenformation kommt das Eisen nur in kohlensaurem Zustande vor. Es ist in der Regel in einzelnen Lagern eines Bassins concentrirt, und tritt selbst da in viel geringerer Ausdehnung als die Steinkohlen selbst auf. Das gewöhnliche Vorkommen der Eisenerze in der Steinkohlenformation ist in ellipsoidischen Nieren von brauner oder graulicher Farbe, erdigem Bruche, die meisthin aus einem mehr oder weniger reichen Gemenge von Thon und kohlensaurem Eisenoxydul bestehen. Diese Nieren sind in den Thonlagern geschichtet und scheinen sich, wie wir oben bemerkt, in einer ruhigen Periode gebildet zu haben, wo sich in dem Gewässer zugleich die Thontheilchen, in denen sie eingeschlossen sind, niederschlugen. In Folge ihres Gemenges mit dem Thone lösen sich die Nieren mitunter in concentrischen Schalen ab und zeigen bisweilen in ihrem Mittelpunkte einen Kern von Thon oder Schwefelkies, mitunter selbst einen fossilen Ueberrest, die den chemischen Niederschlägen als Centrum gedient zu haben scheinen. In

[Fig. 14. Nieren von kohlensaurem Eisenoxydul in der Grube Freuil (Saint Etienne).]

einem Kohlenbassin findet sich das kohlensaure Eisen fast immer in denselben Schichten, und so giebt es zwei dieser Schichten in dem Bassin von Dudley und sechzehn in dem von Wales.

Die zahlreichen Kohlenbecken Frankreichs enthalten bei weitem nicht jene Quantität von Eisenerzen, wie die Englischen. Diese Nieren kommen in wenig thonigen Schichten vor, und selbst da treten sie nur auf kleinen Flächen auf. In St. Etienne z. B. giebt es zwei Lager dieser Art, welche in der Concession von Freuil abgeplattete Nieren von ziemlich guter Beschaffenheit liefern und in den Hohöfen von Janon verschmolzen werden; in den anderen Concessionen aber finden sich die Nieren nicht in denselben Schichten oder kommen in so geringer Anzahl vor, daß man sie unbeachtet lassen mußte. Auf einzelnen anderen Punkten hingegen erscheint das kohlensaure Eisenoxydul in großem Ueberfluß, aber mit durchaus anderen Eigenschaften. In der Grube von Cros z. B. durchdringt es ganze Thonschichten von ein oder zwei Meter Mächtigkeit, und giebt denselben eine außerordentliche Festigkeit und Dichtigkeit. Diese massiven Lager aber sind bei weitem unreiner, als die einzelnen Erznieren; außer einer größeren Masse Thon enthalten sie noch Schwefelkies und Kieselschiefer, so daß der Bau auf diesen Flötzen sehr wenig ergiebig geblieben ist. Ein ähnliches Vorkommen hat man übrigens auf mehreren Punkten des Bassins, besonders in der Umgegend von St. Chamond bemerkt.

Das Kohlenbecken von Aubin (Aveyron) enthält die größten Mengen von kohlensaurem Eisen. Es kommt dort zuvörderst in einzelnen Nieren vor, die sich in den, die Kohle begleitenden Thonlagern befinden, und wie in St. Etienne, sind auch hier diese Erze die reinsten. Ferner bildet dasselbe eine sehr wenig schiefrige Bank, von 1 bis 4 Meter Mächtigkeit, die in der ganzen Ausdehnung des Kohlengebirgs vorhanden zu sein scheint. Dieses Lager ist besonders dadurch

merkwürdig, daß es sich bald aufthut, bald ganz verdrückt, und so jenes nesterartige Vorkommen zeigt, welches man bei all den Lagerstätten sehr häufig findet, die sich durch chemischen Niederschlag in Wassern erzeugten, wie dies z. B. mit jenen kieseligen Concretionen in der Kreide der Fall ist. Diese Structur ist übrigens von allen übrigen Verwerfungen, Sprüngen und Quetschungen, welche dieses Lager, wie das ganze Kohlenterrain stören, unabhängig. Die hier brechenden Erze werden gewonnen und in den Hohöfen von Decazeville verschmolzen.

Es giebt wenige Becken, die nicht ausnahmsweise ein ähnliches Vorkommen von kohlensaurem Eisen aufzuweisen hätten, aber in so geringer Quantität, daß an keinem anderen Orte darauf gebaut wird, als in den beiden Bassins von St. Etienne und Aubin. In dem Bassin du Gard und besonders in seinem östlichen Theile, kommt das kohlensaure Eisen ziemlich häufig vor. In dem Bassin der Saône und Loire findet sich neben Beauchamp eine Schicht gelblichen Thons mit Erznieren in so ansehnlicher Menge, daß man dort einen Hohofen zu errichten gedachte. Endlich hat man in der Umgegend von Marquise einige Versuche mit einem festen Thoneisenstein angestellt, den man lange Zeit wegen seines kalkigen Aussehens unbenutzt liegen ließ.

Vergleicht man nun diese Thoneisensteinlager mit der ganzen Masse des Kohlengebirges, so sieht man, daß ihr, wenn auch häufiges Vorkommen, doch niemals eine große Ausdehnung hat, und nur als eine Ausnahme betrachtet werden kann. Ebenso muß bemerkt werden, wie überall, wo sich eine Steinkohlenbildung in einer jüngeren Formation vorfindet, die mit ihr brechenden Eisenerze in gleicher Weise deren Zusammensetzung und charakteristisches Aussehen annehmen. So findet man in den Steinkohlen und dem mit Pflanzenabdrücken bedecktem Schiefer aus dem Lias (Umgebung von Milhau und Yorkshire) den Thoneisenstein in Nieren, während, wenn in demselben Terrain das gewöhnliche Vorkommen stattfindet, das Eisen sich nur im Zustand von Oxyd zeigt und keine kohlensaure Verbindung eingegangen ist.

Diese Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Eisenerze bilden übrigens keinen wirklichen Unterschied in dem Ursprunge, welchen man ihnen beilegen könnte; sie beweisen allein, daß das Eisen, welches zu verschiedenen Epochen und auf isolirten Punkten vererzt wurde, und da gewöhnlich in dem Zustande von Oxyd sich befand, durch den Einfluß der Kohlenbildungsepoche eine mineralogische Umänderung erlitt. Die Zeit der Kohlenbildung vergegenwärtigt uns fast

immer eine Periode ruhigen Niederschlags; es ist also ganz natürlich, aus dieser Zeit mehr Lager zu finden, in denen der Eisengehalt concentrirt ist, als aus den Zeiten des alten rothen Sandsteins, des rothen Sandsteins (Rothliegendes) und selbst des Trias, wo das Eisenoxyd in der ganzen Formation vertheilt wurde. Es ist in der That recht sehr zu bemerken, wie diese Eisenoxydablagerungen nur dann für uns Werth haben, wenn wir sie im concentrirten Zustande treffen. Jene oben angeführten Formationen sind durch das Eisenoxyd sehr stark gefärbt und enthalten vielleicht in ihrer ganzen Masse viel mehr Eisen, als das Kohlengebirge; in diesem aber ist es vereinigt, es kommt mitunter zu 30—40% vor, und folglich in bauwürdigen Lagern. In dem rothen oder bunten Sandstein findet man das Eisen überall, aber ein Vorkommen von 10% gehört zu seltenen Ausnahmen. Die Gegenwart des Eisens würde also dort kaum bemerkt werden, wenn die auffallende Farbe dieser rothen und bunten Formation nicht mit den grauen und schwarzen Gesteinsmassen des Kohlengebirges, das sie bedecken, und mit der weißen und grünlichen Farbe der darüber gelagerten Kalk- und Thonbildungen contrastirte.

Eisenerze in dem Jura und der Kreide.

Von dem Lias an gerechnet kommen die Eisenerze so häufig vor, daß ihre Aufsuchung zweckmäßig erscheint. Diese Formation ist in der That die Hauptquelle der süd-französischen Hüttenwerke, und es kommen in ihr, wenn auch nicht sehr ausgedehnte Lager, dennoch an so vielen Punkten Erze vor, daß man es für wichtig erachtet, diese Formation sorgsam zu studiren, um der Armuth des übrigen Gebirges zu Hilfe zu kommen.

Das schönste Beispiel dieser Art bietet die Grube von La Voulte dar, die in dem Departement des Ardèche am Rhoneufer an der Drômemündung liegt. In dieser Grube treten drei Flötze von geschichtetem Rotheisenstein auf, die in den oberen Schichten des Lias liegen, und ein Fallen von 40—45° haben. Diese Lager werden auf einer Ausdehnung von mehr als 1000 Meter abgebaut. Das Eisenoxyd durchdrang die Kalkschicht des Daches und der Sohle, und hat alle Verwerfungen der Schichten mitgemacht. Man findet in ihm dieselben organischen Ueberreste, dieselben charakteristischen Fossilien, wie im Kalkstein. Die Mächtigkeit der Lager variirt von 1—5 Meter, und dieses Vorkommen kann als das mächtigste und reichste unter den geschichteten Eisenerzen angesehen werden, da hier nicht allein vier Coakshohöfen davon genährt, sondern die Produkte dieser Gruben

noch längs der Rhone bis zu den Hütten der Umgegend von St. Etienne transportirt werden. Die Roheisenproduction der Erze von La Voulte bildet den 30sten Theil der ganzen Production Frankreichs.

Der Eisenstein von La Voulte hat einen dichten Bruch, ist von einem intensiven Roth, und mitunter merglich und schiefrig, sehr abfärbend, und zart anzufühlen; ein andermal compact, am Stahle Funken gebend, von unebenem und splittrigem Bruche. Es kommen mitunter eiförmige Nieren von ausgezeichnetem, dichtem Thoneisenstein vor, und ausnahmsweise einzelne krystallinische Drusen von Spatheisenstein. Die in diesen Lagern vorkommenden fossilen Reste, wie Ammoniten, Belemniten 2c, tragen alle Zeichen eines gleichzeitigen Ursprunges, woraus gefolgert werden kann, daß diese Lager nichts weiter, wie Liasschichten sind, die einen anderen Charakter angenommen haben. Eine solche Umänderung hat sich zu drei verschiedenen Zeiten wiederholt, während derer sich der Niederschlag, wie in den anderen Schichten des Lias, hat bilden können. Offenbar sind diese localen Wirkungen den Mineralquellen zuzuschreiben, die an der Stelle des Vorkommens selbst hervortraten. Es wird uns hiermit klar, wie die Bildung des Lias in sehr ruhigen Gewässern stattfinden mußte, und zwar so langsam, daß sich ein fremdartiger chemischer Niederschlag bilden konnte, ohne die Schichtung des Kalkgebirges zu stören.

Es kommen in dem Departement de l'Ardèche Lager von Eisenoxydhydrat vor, die den oberen Schichten des Lias anzugehören scheinen und zu kleinen Grubenbauten Gelegenheit geben, deren Producte nach dem Departement der Loire geschafft werden. Die wichtigsten Lager dieser Formation sind die des Departements du Gard, durch welche die Hüttenwerke von Alais versorgt werden. Diese bestehen aus thonigem, in einzelnen Stücken vorkommenden Eisenoxydhydrat, welche zusammen mächtige, aber nicht ausgedehnte Bänke in den Kalkschichten bilden; bisweilen haben diese Lager die Form von ausgefüllten Spalten und früher hohlen Räumen. Dieselben Lager kommen in den Liasschichten vor, welche in der Nähe des Kohlenbassins von Vigan auftreten und finden sich in den Sevennen so häufig, daß diese localen Bildungen im südlichen Frankreich offenbar sehr ausgebreiteten Ursachen zugeschrieben werden müssen.

In den drei Oolith- oder Juraschichten kommt das Eisenoxyd gleichfalls sehr häufig vor. So treten in dem Jura des Departements der Haute-Saône, Haute-Marne und Côte d'Or drei Eisenerzlager auf, welche den drei Oolithformationen entsprechen und in dem Departement du Doubs, der Umgegend von Bern und Porentruy wieder

vorgefunden werden. Die Herren Thirria und Thurman stimmen in dieser Beziehung überein, und haben in anderen Gegenden des Jura, wenn auch in weniger evidenter Weise, Eisenerzlager, welche einen gleichen Ursprung bekunden, nachgewiesen.

Man findet in der unteren Dolithschicht ein Kalklager, welches dem forest marble der Engländer entspricht, und von einer großen Anzahl Spalten und kleiner Höhlen durchzogen ist, die mit rothem Eisenoxyd ausgefüllt sind. Die Wände dieser Aushöhlungen, welche letztere eine Länge von 2—8 Meter und eine Breite von 1—2 Meter haben, sind geglättet und wellenförmig, wie die der Grotten und Höhlen, die man so häufig im Jura antrifft. Das Erz scheint dort vertikal geschichtet zu sein; es ist mitunter verwachsen und offenbar jünger als die Kalkschichten, deren Spalten es ausfüllt. Aber es ist evident, daß es eben so alt ist, wie die oberen oolithischen Schichten, da in den letzteren hievon durchaus Nichts angetroffen wird. Es ist ein rothes Eisenoxyd, das in mineralogischer Beziehung durchaus verschieden von dem ockrigen alluvialen Thon ist, womit manche Spalten desselben Gebirges ausgefüllt sind.

In der mittleren Juraformation enthalten die dem Oxfordklay entsprechenden Mergel eine oder mehrere Schichten eines zerreiblichen Mergels in denen oolithische Körner von Eisenoxydhydrat (Bohnerz) vorkommen. Die Mächtigkeit dieser Eisenerzführenden Schicht variirt von 0,50 M. bis 1,80 M. Diese Oolithe haben die Größe eines Hirsekornes und die Mergelschicht enthält 20—30%. Die zahlreichen fossilen Reste, welche sich in diesem Lager vorfinden, haben die Bildung von phosphorsauren Salzen veranlaßt, wodurch das Gußeisen leicht flüssig, geeignet zur Gießerei, aber wenig tauglich zur Stabeisenbereitung wird.

Das oolithische rothe Eisenoxyd, was bei Villebois und Senneceh gewonnen wird, die Eisenerze von Conflandey, (Haute-Saône), die rothen quarzigen manganhaltigen Bohnerze des Departements de l'Aveyron, die oolithischen Oxydhydrate, welche in dem Departement de l'Ain Lager von 0,50 M.—2 Meter Mächtigkeit bilden, gehören dem unteren Jura an, in dem der größte Theil der wirklich gleichzeitig gebildeten Erzlager concentrirt zu sein scheint. Man findet indeß ein ähnliches Vorkommen in den mittleren und oberen Schichten: so existirt unabhängig von den Eisenerzlagern der Haute-Saône, des Côte d'Or (maison neuve), in dem Mosel-Departement, namentlich in der Umgegend von Hayange und Moyeuvre in allen drei Schichten ein oolithisches Oxydhydrat, das namentlich in der unteren und obersten Schicht auftritt.

In dem Departement der Haute-Marne baut man an vielen Punkten auf mit rothem, von Oxydhydrat durchdrungenen Thon ausgefüllte Höhlungen. Diese Erze finden sich bis auf 200 Fuß von Thonance, Poissons und Montreuil, wo sie verschmolzen werden und ein Product erster Güte liefern.

Die gleichalten Erzlager der drei Juraschichten bestehen also sowohl in geschichteten Lagern von geringer Ausdehnung aus Roth- und Brauneisenstein, die sich mitunter in hirsengroßen Oolithen vorfinden, als auch, wenn auch seltner, in merglichen Schichten von ziemlich großer Ausdehnung und geringer Mächtigkeit, die von Oxydhydrat, in jenem hirsekörnigen Oolithzustande, ausgefüllt sind, oder in schmalen und engen Adern, deren Ausfüllungen aus demselben Oxyde mit gleichen mineralogischen Charakteren bestehen. Alle Eisenerzbildungen nahmen also in jener Zeit dieses oolithische Aussehen an, was die Kalkschichten selbst so häufig besitzen. Diese Roggensteine aber sind gewöhnlich kleiner gekörnt und dadurch von den erbsensteinförmigen Oxydhydraten unterschieden, welche allemal jünger, als der Jura sind. Man findet in dem Departement der Haute-Saône und auf dem westlichen Abhange des Jura ein großes Thonlager mit erbsensteinförmigen Oxydhydraten, was man nach und nach dem Jura, der Kreide und Alluvialformation angehörig glaubte (siehe die Karte Fig. 1.). Diese Thonbildung hat häufig eine Mächtigkeit von 10 Meter und bedeckt zum wenigsten den 10ten Theil des Departements der Haute-Saône. Die Eisenerzschicht ist 1 Meter stark, befindet sich in den unteren Theilen des Thonlagers und enthält erbsenförmige sphäroidische Körner von Eisenoxydhydrat. Diese Körner kommen in genau von einander unterschiedenen concentrischen Schalen und in Begleitung von kleinen Platten, Drusen und hohlen Kugeln aus Eisenoxydhydrat vor. Ein ockriger Thon hüllt all diese Erze ein, und das ganze Vorkommen tritt in Bänken von größerer oder geringerer Ausdehnung auf, wo man den Gehalt des Oxydhydrates von $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{10}$ angeben kann. Herr Thirria beobachtete, daß in den oberen Juraschichten die Eisenerze in der Regel Erbsensteine derselben Natur, und Abdrücke von Pisolithen mit sich führten, was zu beweisen scheint, daß der Niederschlag der Pisolithen noch vor dem vollständigen Festwerden der Kalkschichten vor sich gegangen ist. Die in dem Thonlager aufgefundenen organischen Ueberreste, gehören übrigens durchaus dem Jura an, von dem sie indeß herbeigeführt sein können. Bisweilen füllt das erbsenförmige Erzlager enge Spalten aus und ähnliche Höhlungen, wie die des Forest marble. Die so vorkommenden Erze enthalten magnetische Körner,

was offenbar von einem kleinen Antheile Oxydul herrührt. Sie sind von guter Beschaffenheit, und man gewinnt aus ihnen den größten Theil des Gußeisens von Comté. Die Erze, welche sich bei Boulogne finden und für die dortigen Hohöfen, so wie für die der Umgegend von Valenciennes abgebaut werden, bestehen aus erbsenförmigen Erzen, aus Körnern, Drusen, Platten und unregelmäßigen Stücken, die in den Thonschichten und merglichem Sande des Grünsandes eingeschlossen vorkommen.

In dem Grünsande findet man mitunter das Eisen in geschwefeltem Zustande. An der steilen Küste zwischen Calais und Boulogne sind einzelne Parthien derselben von dem Wasser zerstört und unterwaschen, so daß Nieren mit krystallinischer Oberfläche und strahligem Gefüge, kantigen Platten, dort gefunden werden, die man sonst sammelte, um Schwefel oder Eisenvitriol daraus zu bereiten. Ebenso kommt eine Bank geschwefelten Eisens bei dem Hafen Wissant in einem schwärzlichen, mit bituminösem phosphorsaurem Kalk gemengtem Thone vor.

Man kann bei den Eisenerzlagern der Kreide eine Beobachtung machen, die sich uns auch bei der übrigen Formation aufdrängt und nicht ohne Wichtigkeit ist: daß nämlich die Eisenerzlager eines gleichzeitigen Ursprungs, häufiger und in größerer Entwickelung in den unteren Schichten einer Formation oder in den sie bedeckenden Bildungen vorkommen, als in der Mitte des Gebirges selbst, besonders dann, wenn das Letztere ein homogenes Ganze von großer Mächtigkeit bildet. Man würde ohne Erfolg Eisenerzlager in der 3—400 Meter mächtigen und so gleichartigen Formation der weißen und merglichen Kreide, die das nordfranzösische Bassin bedeckt, suchen; nur in den unteren Schichten findet man dieselben, in Schichten, deren Gestein nicht nur in Bezug auf Härte, sondern auch auf Dichtigkeit und Farbe verändert wurde.

Tertiäre und Alluvialerze.

In dem tertiären Terrain entsprechen die pisolithischen und klappersteinartigen Eisenoxydhydrate dem plastischen Thon und den obersten Schichten, d. h. den beiden Extremen dieser Bildung.

Die Erze des Berry bilden eins der ausgezeichnetsten Lager dieser Formation. Das Thonbassin, welches den Jura in dem Berry überlagert, enthält namentlich in dem Cherthale Lager, in denen die pisolitischen Erze zu $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{3}$ angetroffen werden. Diese Erze sind bald in der Masse vertheilt, bald zusammen gruppirt und durch ein eisenhaltiges

kalkiges Bindungsmittel aneinander gebacken, bald sind es quarzige Körner, thonige Kugeln, die durch ein oxydhydrathaltiges Bindemittel mit einander verbunden werden, welches so reich ist, daß man die ganze Masse abbauen kann. Ein Theil der an der Oberfläche vorkommenden Erze des Nivernais, Bourbonnais und Nieder-Rhein, gehören der tertiären Epoche an; es ist aber sehr schwierig, sie von den Alluvialerzen zu unterscheiden, weil neben dem tertiären Lager Alluvialschichten vorkommen, die aus denselben dahin geführten Bestandtheilen zusammengesetzt sind. Diese Unterscheidung hat übrigens wenig geognostischen Werth und gar keinen praktischen.

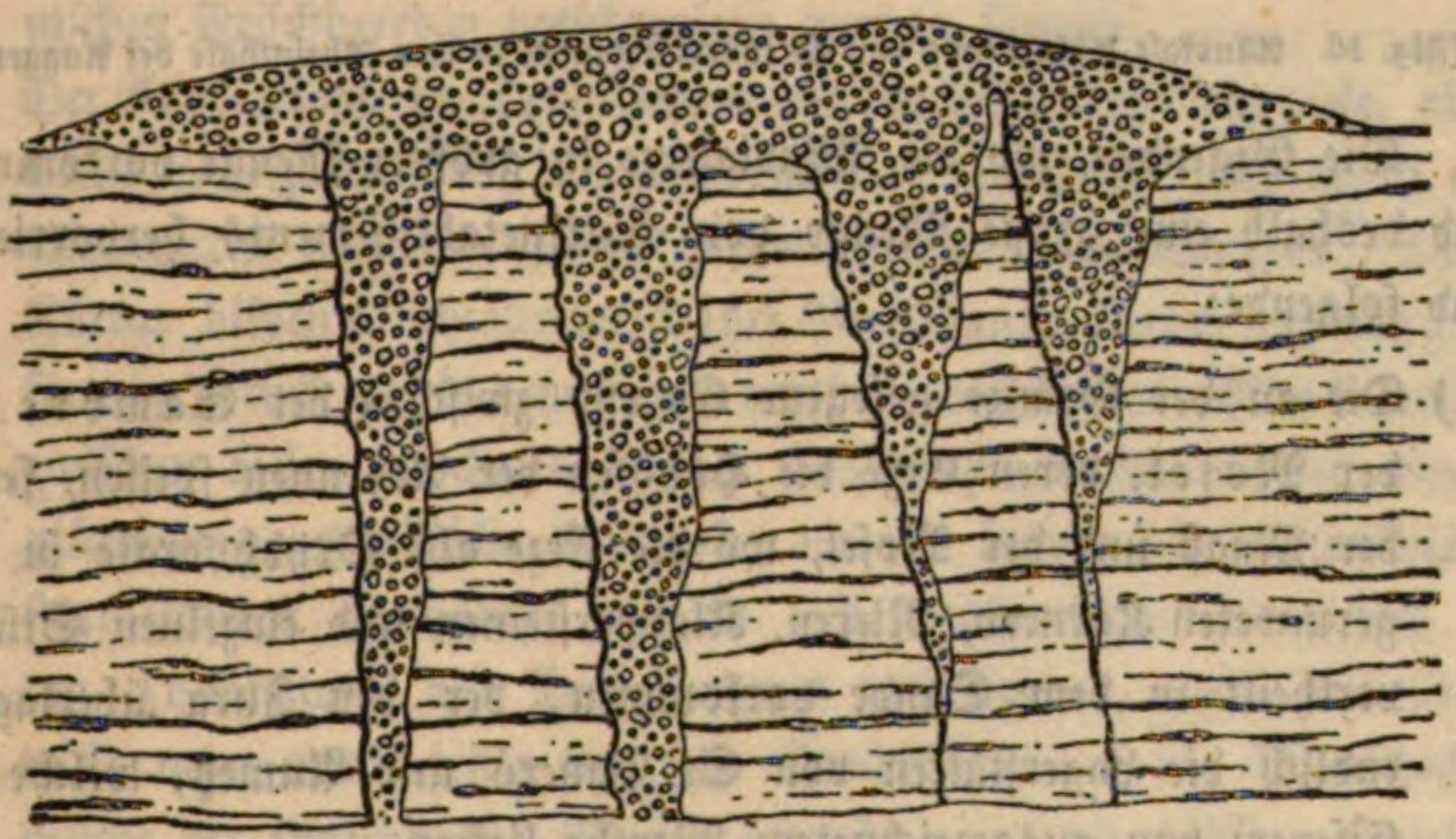
Das Pariser tertiäre Becken ist selbst nicht ganz frei von Erzen. Die Schwierigkeit ihrer Zugutmachung konnte allein bei deren Aufsuchung entmuthigen; dennoch hat man die Absicht, bei Presle neben Beaumont (Seine et Oise) Hohöfen zu erbauen, in denen man die an der Oberfläche der Umgegend vorkommenden Erze verschmelzen will.

Die Alluvialerze sind bei weitem verbreiteter, und sind es besonders, welche den größten Theil der Hohöfen nähren. Man versteht darunter zuvörderst die Erze der vorhin angeführten Formationen, die des Jura ganz ins Besondere, die welche von ihrer ursprünglichen Lagerstätte fortgerissen und durch Dilubialgewässer weggeschwemmt worden sind, dann viele erbsen- und klappersteinartige Oxydhydratlager, die auf den Stellen, welche sie jetzt einnehmen, durch Mineralquellen gebildet zu sein scheinen.

Das Alluvialeisen-Oxydhydrat unterscheidet sich von den Oxydhydraten des Jura durch die gewöhnlich größere Stärke der erbsenförmigen Körner, deren mehr hervortretende Unregelmäßigkeit, und ganz besonders durch den gänzlichen Mangel an Schichtung. In vielen Fällen ist das Erz nur das Bindungsmittel, welches dazu diente, ungleichartige Körper mit einander zu vereinigen; so sind z. B. die Breccien von Dilubialknochen mitunter so eisenhaltig, daß man sie mit Vortheil verschmelzen kann. Das allgemeine Vorkommen von Eisen in den Alluvialbreccien ist übrigens ein ganz bemerkenswerther Umstand, denn es zeigen nicht allein die in Höhlen angehäuften Knochenbreccien, sondern auch die Gold und Edelsteinführenden Alluvialgebilde von Indien Eisen; ebenso sind die im südlichen Amerika gleichfalls damit überladen.

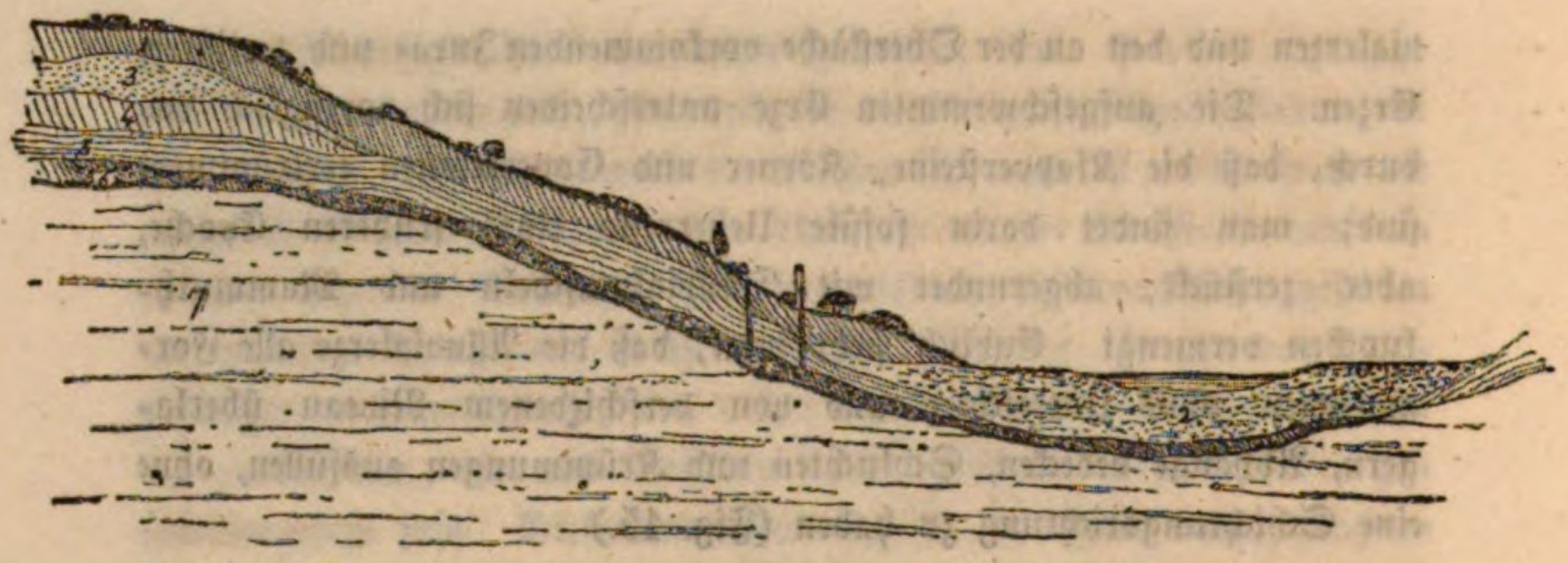
Man kann bei den Alluvialerzen kein Gesetz für das Streichen und Fallen ihrer Lagerstätten nachweisen. Ihr Vorkommen an der Oberfläche macht übrigens deren Auffuchung leicht; die aufgeschwemmten Erze finden sich mitunter in denselben Gegenden, als die anstehenden, und die Hüttenleute machen keinen Unterschied zwischen den Allu-

vialerzen und den an der Oberfläche vorkommenden Jura- und tertiären Erzen. Die aufgeschwemmten Erze unterscheiden sich vorzüglich dadurch, daß die Klappersteine, Körner und Concretionen zertrümmert sind; man findet darin fossile Ueberreste einer früheren Epoche, aber zerstückt, abgerundet mit Diluvialmuscheln und Mammuthknochen vermengt. Endlich sieht man, daß die Alluvialerze alle Formationen ohne Unterschied und von verschiedenem Niveau überlagern, Abhänge bedecken, Schluchten und Krümmungen ausfüllen, ohne eine Schichtungsrichtung zu haben (Fig. 15.)



[Fig. 15. Erbsensteinförmiges Oxydhydratlager im Jura.]

Die vorstehende Figur zeigt ein sehr häufiges Vorkommen von Alluvialerzen, die Spalten schon gebildeter Formationen ausfüllen, und ohne bestimmten Zusammenhang mit den gewöhnlichen Alluvialablagerungen stehen. Mitunter aber bildet das Erz in merglichen oder sandigen Schichten regelmäßige Lager, welche zu den Alluvialformationen zu gehören scheinen, obgleich sie natürlich deren Ausdehnung nicht besitzen. Sobald sich diese Erzlager durchaus in der untersten Schicht der Alluvialbildung vorfinden, wie das in der von Herrn Walchner beschriebenen Auggener Grube der Fall ist, so können allerdings einige Zweifel über das Alter des Erzlagers entstehen, die man nur durch Prüfung der Lagerungsverhältnisse zu beseitigen vermag; die gewöhnliche Stellung dieser Erze zu den Alluvialbildungen kann hier nur als Führer dienen. So sucht man in dem Rheinthale (Fig. 16.) die Erze vermittelst Bohrlöcher, welche sowohl den Diluvialmergel, Löhß oder Lehm (1) genannt, den Sand und das Kießgerölle (2), den schwimmenden Sand (3), das Kalkconglomerat (4) und eine Schicht sandigen Thons (5) durchteufen müssen, mit denen die Erzlagerstätte (6) bedeckt ist, und die ihrerseits den Jura überlagert.



[Fig. 16. Alluviale Ablagerung von Eisenoxydhydraten in dem Rheinthale bei Auggen.]

Die Gegenden, wo die Allubialerze in größter Menge vorkommen, und deshalb eine große Menge von Hüttenetablissements hervorriefen, sind folgende:

1) Die an der Gränze gelegene Gegend zwischen der Sambre und der Mosel, deren Erze die Hohöfen der Ardennen speisen, ferner der Maaß und der Mosel, wo die Erze als Oxydhydrate in abgerundeten Körnern, Nieren, Klappersteinen und einzelnen Stücken vertheilt in dem Sande vorkommen, der den Jura überlagert, endlich die Lagerstätten von St. Pancré und Aumetz, welche ein Eisenerz von ausgezeichnetem Werthe liefern.

2) Der größte Theil der Lagerstätten des Niederrheins, die in Allubialthon und Sand bestehen und in Zersetzung begriffene Spatheisensteine nebst aufgeschwemmten tertiären Erzen mit sich führen.

3) Ein Theil der an der Oberfläche des Juragebirges vorkommenden Erze, die man auf den Plateaus an den Abhängen und in den Kalksteinhöhlen vorfindet. Der Allubialursprung dieser Lagerstätten ist durch die Gegenwart organischer Reste, welche diese Epoche charakterisiren, nachgewiesen worden; die Erze kommen bisweilen in Höhlen aufgehäuft vor und nehmen, wie diese die Form von langen engen Schläuchen an, die im Mittel einen horizontalen Durchschnitt von 10—12 Meter haben und in der Schichtungsrichtung eine Reihe von Weitungen und Verdrückungen zeigen; sie communiciren mit der Oberfläche durch Spalten oder verticale 6—8 Meter starke Erzsäulen, die als Mundlöcher bei der Anfüllung jener Höhlen gedient zu haben scheinen.

4) Die tertiären oolithischen Erze, die in den oberen Mergeln von Chatillon sur Seine vorkommen und einzelne Pisolith- und Klappersteinlager des Nivernais sind ebenfalls Allubialbildungen.

5) Ferner gehören dieſer Formation alle Hydrate in einzelnen Stükken und faſrigen compacten Maſſen an, die in den an der Oberfläche liegenden Thonlagern des Departements der Charente, der Dordogne, des Lot-et-Garonne, des Lot und der Tarn-et-Garonne vorkommen, und welche zuſammen die berühmte Gruppe von Perigord bilden. Von dieſen Erzen nähren ſich alle Hüttenwerke jener Gegend; die Gewinnung geſchieht meiſtens durch Tagebau und bis auf 20 Meter Teufe. Die geförderten Erze ſind ſo reich und von ſo guter Beſchaffenheit, daß ſie ſelbſt in catalaniſchen Friſchheerden verſchmolzen werden können.

6) Der Allubialſand im Departement des Landes enthält ſehr viele, aber kleine Lagerſtätten von Oxydhydraten in einzelnen, oder durch ein Bindemittel derſelben Natur zuſammengebackenen Körnern. Dieſe Körner bilden gleichfalls durch ihre Vereinigung Nieren und warzenförmige Stücke, die in dem Sande vertheilt vorkommen. Man bemerkte zwiſchen dieſen durchaus an der Oberfläche vorkommenden Erzen mitunter vegetabiliſche Ueberreſte, um die herum die Niederſchläge ſtattgefunden zu haben ſcheinen. Aehnliche Erze finden ſich in den Thonlagern des Departements des Landes, und ſchließlich trifft man unter jener jüngſten Sandformation die Thonſchicht, welche der Gegend das Waſſer entzieht, und die ſelbſt auf vielen Punkten Eiſenoxydhydrat in glatten Stücken und Klappерſteinen ꝛc. mit ſich führt. Alle dieſe Lagerſtätten werden abgebaut und verſehen eine große Anzahl von Hohöfen.

Im Ganzen ſieht man, daß die Allubialepoche in Frankreich durch die Erzeugung einer großen Menge Oxydhydrat charakteriſirt iſt. Ohne Zweifel verdankt, beſonders in den Juragegenden, dem Niederrhein und der Côte d'Or, eine große Anzahl von Lagerſtätten ihre Exiſtenz der Zerſtörung und Wiederaufſchwemmung früherer Lagerſtätten; der größte Theil indeß muß der Thätigkeit von Mineralquellen zugeſchrieben werden, und dies iſt jedenfalls der Urſprung der ſo zahlreichen Lagerſtätten des Perigord, der Landes u. ſ. w. Ungefähr der dritte Theil der Hohöfen Frankreichs wird durch Allubialerze geſpeiſt.

Aufſuchung und Gewinnung der Eiſenerze.

Aus vorſtehender Beſchreibung der Eiſenerzlagerſtätten und deren Vorkommen in den geſchichteten Gebirgen kann man den Schluß ziehen, daß während der ganzen Dauer geologiſcher Thätigkeit eiſenhaltige Mineralquellen an der Oberfläche fortdauernd vorhanden geweſen, wenngleich dieſe letzteren mit Unterbrechung in Wirkung waren, und in

dieser Beziehung mit dem abwechselnden Hervortreten massiger Felsarten zu vergleichen sind, nur daß letztere eine fortlaufende Reihe bilden. Schreibt man so die Existenz dieser Lagerstätten einer von Innen nach Außen wirkenden Kraft zu, die durch das Wasser repräsentirt wurde, so steht ein derartiger Ursprung mit den großen Revolutionen, welche auf der Oberfläche des Erdkörpers stattgefunden haben in Verbindung; es war natürlich, ein nach geschehener Umwälzung der Erdoberfläche hervorgehendes Resultat eher auf den Absonderungsflächen der einzelnen Formationen zu finden, als in der innern Masse ihres Niederschlags, und das hat in der That stattgefunden.

Ein zweites charakteristisches Kennzeichen besteht darin, daß diese Erzlagerstätten eine Ausdehnung besitzen, die ~~zwar~~ nicht so groß ist, als die der geschichteten Gebirge, im Allgemeinen ~~aber dennoch~~ sich auf Kreise beschränkt, und gleich den vulkanischen Felsarten auf einzelnen Punkten vorkommen. Ihre Erzeugung kann deshalb nur local gewesen sein, und um ein Gesetz aufzufinden, welches die Aufsuchung jener Lagerstätten leiten könnte, muß man sich auf die Beobachtung begränzter Districte beschränken, und diese unter sich als ganz verschieden in Bezug auf ihre mineralogische und Lagerungsverhältnisse selbst dann, wenn man sie von gleichem Alter halten sollte, betrachten. Faßt man so die Beobachtung über das locale Vorkommen einzelner Lagerstätten zusammen, so wird man gleich zugeben müssen, daß es zwischen den verschiedenen Lagern gewisse Uebereinstimmungen in Bezug auf Lager und Form giebt, die bei deren Erschürfung uns fast direct leiten könnten. Man erkennt z. B., daß einzelne nach bestimmten Richtungen gruppirte Plateaus, die in Bezug auf die Form, Abrundung und Abhänge sich gleich sind, Erze mit ähnlichen Lagerungsverhältnissen enthalten.

Die Alluvialerze werden gewöhnlich durch Bohrlöcher aufgesucht, und es leiten hierbei jene Kennzeichen, welche man in den einzelnen Gegenden als die vortheilhaftesten erkannt hat. Eine Mergelschicht, welche 10—15% Eisenoxydhydrate in Körnern enthält, ist bauwürdig, und das durch Schlämmen und Waschen leicht zu erhaltende Erz ist von einer um so besseren Beschaffenheit, je dichter es ist. Eine große Dichtigkeit wird gewöhnlich durch die dunkle Farbe der Körner bezeichnet. Diese Erze in den Körnern sind fast alle ein wenig manganhaltig, thonig, und mit Ausnahme derer, welche in den muschelführenden Bänken vorkommen, und deshalb phosphorsaure Salze enthalten können, sind sie sehr rein und sehr beliebt für Erzeugung des Stabeisens. Ihr Gehalt variirt von 40—60%.

Die Eisenerze im engeren Sinne haben nicht dieselbe Beschaffenheit; ihr Gehalt ist gewöhnlich unter 35%, und das mehr kieselige als kalkige Nebengestein macht die Verschmelzung sehr kostbar. Deshalb reservirt man diese Erze gewöhnlich für die Coakshohöfen, und mit Ausnahme des schönen Lagers von La Voulte werden sie nicht weit versandt. Die Auffuchung der Eisenerze kann nur, wie es bereits oben angeführt wurde, nach directen Anzeigen geschehen.

Die ganze Anzahl der Eisenerzgräbereien und Gruben, die Eisensteinsgruben mit einbegriffen, beträgt in Frankreich 2356, nämlich:

In Betrieb stehende Eisenerzgräbereien	1844	In Betr. steh. Gruben	153
Nicht in Betr. steh. =	265	Nicht i. Betr. steh. =	93

Die Totaloberfläche der Concessionen beläuft sich auf 97,229 Hect. 11,000 Bergleute arbeiten in diesen Revieren, und in dem Jahre 1840 wurde gefördert:

	Metr. Ctr.
In den Gräbereien	20,114,834
In den Gruben	2,371,465
Summa . . .	22,486,299

Diese Erze werden gekläubt und gewaschen, und dadurch 4400 Arbeiter beschäftigt, die in ungefähr 300 großen Erzwäschen und 1200 Handwäschen beschäftigt sind. Das hier erzeugte Product beträgt ungefähr 10,000,000 metr. Ctr. aufbereitetes Erz, die also vertheilt rden:

586 Hohöfen erhielten	9,752,646
121 catalanische und corsische Frischfeuer .	838,308

deren Totalwerth ungefähr auf 13,000,000 geschätzt wird.

Diese in 544 Holzkohlenhohöfen, 42 Coakshohöfen und 121 catalanischen oder corsischen Frischfeuern verschmolzenen Erze produciren 3,203,000 metr. Ctr. Roheisen und ungefähr 25,000 metr. Ctr. Schmiedeeisen. Der so auf directem Wege gebildete Werth dieser Producte erfährt successive Vergrößerungen durch die übrigen metallurgischen Operationen, wie dies in der folgenden Tabelle für das Jahr 1840 zu ersehen ist:

Erze	13,375,613
Werth durch das Roheisen geschaffen	44,288,375
= = = grobe Stabeisen .	39,015,152
= = = feinere = .	27,706,754
= = den Stahl	5,944,850
Totalwerth . . .	130,330,744 Frcs.

15000 Arbeiter, 2859 mit Wasser oder Dampf getriebene Maschinen stellen eine Totalkraft von 22000 Pferden dar und sind bei den metallurgischen Arbeiten angewandt. Oefters kommen in den Lagerstätten, besonders in denen des Alluvialgebildes noch andere Erze als eben Eisenerze vor. Dieses ausnahmsweise Vorkommen aber verdankt seinen Ursprung der Zerstörung und Aufschwemmung anstehender Erze, deren metallische Theile vermöge ihrer Härte oder Dehnbarkeit dem zerstörenden Einflusse Widerstand leisteten, während ihre Gangmassen zerstört worden und sie selbst in den Alluvialgebilden allein zurückblieben. Eine Schilderung dieses Vorkommens kann nur dann mit einigem Nutzen ertheilt werden, wenn wir eine Beschreibung der Gänge und Lager gegeben haben werden. Wir beschränken uns also hierauf, die Existenz dieser metallischen Ablagerung besonders in den Alluvialgebilden, anzudeuten und ihren Ursprung dem Vorkommen von Erzgängen und Lagerstätten im eigentlichen Sinne unterzuordnen. Man sieht also in topographischer Beziehung, daß diese Lagerstätten nur da vorkommen können, wo Erzgänge anstehen, aus denen sie gebildet wurden, wenn sie auch an niedrigeren Stellen erst abgesetzt worden.

Fünftes Capitel.

Besondere Felsarten.

Gänge, stehende und liegende Stöcke.

Die Metalle kommen nur selten gediegen vor (mit Ausnahme des Goldes und Platins); man findet sie in mehr oder weniger zusammengesetzten Verbindungen, aus denen der Hüttenmann sie abscheiden muß. Diese Verbindungen selbst kommen nur höchst selten in reinem Zustande vor, sie sind gewöhnlich mit anderen Theilen gemengt, so daß die Benennung von Erzen den Mineralverbindungen beigelegt wird, in welchen eine metallische Substanz in genügender Menge vorhanden ist, um durch den Hüttenproceß abgeschieden werden zu können, mit anderen Worten, ein Erz ist eine Metallverbindung, deren Abbau nützlich ist.

Diese Erklärung beruht also auf einer gewerblichen Betrachtung, und steht mit der Anwendung der Metalle und deren Handelspreis in Beziehung. Ein Gestein, welches 0,1 Eisen enthält, würde deshalb noch nicht ein Eisenerz sein, während man den Namen eines Silbererzes Mineralverbindungen geben könnte, die nur 0,01 Silber enthalten, und den eines Golderzes solchen Verbindungen, deren Gehalt öfters unter 0,001 ist. Bei den hauptsächlichsten Erzen kann für das Minimum ihres Gehaltes, d. h. unter dem man nicht mehr deren Gewinnung für gut erachtet, Folgendes festgehalten werden: für das Eisenerz $\frac{1}{3}$, für das Bleierz $\frac{1}{30}$, für das Zinkerz $\frac{1}{20}$, für das Kupfererz $\frac{1}{50}$, für das Silbererz $\frac{1}{1000}$ und für das Golderz $\frac{1}{10000}$. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte des Gruben- und Hüttenwesens dürfte man nicht leicht auf ärmere Erze mit Gewinn bauen können.

Gangmasse heißt das Gestein, welches die Erze in den Gängen begleitet. Die Gangmassen sind verschiedener Zusammensetzung und Eigenschaften, je nach den Erzen, welche sie begleiten. Einmal sind

sie leicht zu erkennen und von den Erzen zu trennen, ein andermal ist deren Gemenge so innig, daß beide vollständig in einander verwachsen sind, dann kommen beide Fälle in ein und demselben Gange vor. Man betrachtet gewöhnlich die Gangmassen, welche man durch ein gewöhnliches Scheiden oder Pochen nicht trennen kann, als zu den Erzen gehörig. Die Benennung erzführendes Gestein hat eine noch ausgedehntere Bedeutung, und bezieht sich in der Regel auf das Gebirge überhaupt in denen die Erze mit ihren Gangmassen, also die Gänge, auftreten. So hat man gewisse Porphyre erzführende Porphyre genannt, weil in ihnen öfters Gänge angetroffen werden.

Die Flötze und Lager sind von den Gängen durchaus unterschieden. In Betreff der Form findet man jene immer in regelmäßigen Schichten oder liegenden Stöcken, deren Ursprung als gleichzeitig mit dem umgebenden Gestein zu betrachten ist. Die Gänge hingegen durchkreuzen das Gebirge nach allen Richtungen, wodurch ihr jüngerer Ursprung auf die evidenteste Weise dargethan wird. In mineralogischer Beziehung findet man in den Gängen viel fremdartigere Substanzen und dieselbe Substanzen, welche in Flötzen sowohl, wie in Gängen vorkommen, tragen einen ganz verschiedenen Charakter.

Eintheilung der Gänge.

Die Gänge können in zwei Abtheilungen gebracht werden, in Gänge im engeren Sinne und Stockwerke, letztere wieder in liegende und stehende Stockwerke.

Die Gänge sind Mineralanhäufungen, welche zwischen zwei fast parallelen Flächen (Sahlbänder) zusammengedrängt, das Gebirge nach allen Richtungen durchschneiden. Man kann sie sich als mehr oder weniger große Brüche oder Spalten in der Erdrinde vorstellen, die später durch verschiedene Mineralsubstanzen angefüllt wurden, unter denen mitunter Erze vorkommen. Ein Gang ist deshalb einer Platte zu vergleichen, deren Seitenwände mehr oder weniger Unebenheiten zeigen, und welche die Dimension jener schon früher vorhandenen Spalte besitzt, deren Lage aber in gar keiner Beziehung mit der Schichtung des Gebirges steht, ganz abgesehen davon, daß ihre Zusammensetzung durchaus eine andere ist.

Ein liegender oder stehender Stock hat keine bestimmte Gestalt und bildet in beiden Fällen große Anhäufungen von Mineralmassen, deren Umrisse schwer zu bestimmen sind.

Diese Erklärungen sind um so unbestimmter, als sehr häufige Uebergänge von den Gängen zu den Stockwerken stattfinden, und man

könnte kein bestimmtes Urtheil über all diese Formen und deren Modificationen abgeben, wenn man nicht wieder auf ihre Entstehungsweise zurückginge. Wir sagten so eben, daß die Gänge als Spalten in der festen Erdrinde betrachtet werden müssen. Diese Spalten wurden später durch Gangmassen ausgefüllt, deren örtliches Dasein sowohl inneren als äußeren Ursachen zugeschrieben werden muß, d. h. die sowohl von Unten nach Oben, als auch von Oben nach Unten eingedrungen sind. Diese Gangmassen sind in vielen Fällen mit Metallverbindungen vermengt, die ihrerseits jedenfalls aus dem Innern der Erde herstammen.

Betreffs der Ausfüllungsart muß der Ursprung der liegenden und stehenden Stöcke in gleicher Weise, wie der der Gänge betrachtet werden, aber in Bezug auf die Erscheinungen, welche die äußere Form bedingten, finden außerordentliche Unterschiede statt. Die Stöcke scheinen in der That auf eine merkwürdige Weise mit den großen Erdumwälzungen in Verbindung zu stehen, welche zu verschiedenen Epochen die Oberfläche des Erdkörpers veränderten; sie hängen offenbar mit den abnormen Felsarten zusammen und scheinen mitunter gleich den durch Feuer erzeugten Felsarten, aus dem Innern der Erde direct hervorgegangen, also das unmittelbare Resultat einer expansiven Thätigkeit gewesen zu sein, die mit ungeheurer Kraft von Unten nach Oben wirkte, die überlagernden Gebirgsmassen in die Höhe hob und durchbrochen hat. Wir deuten so im Voraus die Bildungsweise der Erzgänge und Stöcke mit kurzen Worten an, um die spätere Erklärung der mannigfachen Gangphänomene zu erleichtern. Dieser Ursprung ist in der That im Principe nicht bestritten worden, und bildet gegenwärtig kein noch zu lösendes Problem mehr, so daß wir durch dessen vorläufige Andeutung den Vortheil gewonnen haben, bei den Schlüssen, welche wir aus den geringsten detaillirten Beschreibungen zu machen haben, fortwährend langwierige Erklärungen zu vermeiden. Wir werden nach und nach die Beweise für unsere Behauptung, erstens in der Zusammensetzung der Erzgänge und Stöcke finden, zweitens in deren Form und Gangverhältnissen, drittens endlich in den Beziehungen, in welche sie sowohl unter sich, als auch mit dem Nebengestein stehen.

Wir wollen vorher einige technische Ausdrücke erklären, die von den Bergleuten, um die einzelnen Gangtheile zu bezeichnen, angewandt werden. Man nennt Hangendes (toit), die grade oder krumme Fläche, welche das Dach bildet; die untere Fläche heißt Liegendes (mur). Mitunter sind Hangendes und Liegendes von dem Gange selbst durch ab-

gesonderte Gesteinsschichten getrennt, von einer ganz anderen Beschaffenheit, als die Gangmasse selbst ist, und Sahlbänder genannt werden. Man nennt das Ausgehende (affleurement) eines Ganges die Stelle, wo derselbe zu Tage geht; das Streichen eines Ganges wird durch den Winkel bestimmt, den der Gang mit der Mittagslinie macht, unter dem Fallen hingegen versteht man den Winkel, den der Gang mit der Horizontale bildet.

Zusammensetzung der Erzgänge.

Unter den Erzablagerungen kommen, mit Ausnahme der Eisenerzlager, die Gänge am häufigsten vor. Letztere waren von je her, wegen ihrer Wichtigkeit, der Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit, weil ihre Bildung so regelmäßig und leichter aufzufassen war. Werner hat durch seine Arbeiten den Grundstein zur metallischen Geognosie gelegt, da er in einer Gegend lebte, die außerordentlich reich an regelmäßigen und den verschiedenartigsten Gängen ist. Es ist wahr, daß die aus seinen Beobachtungen von ihm selbst gezogenen Schlüsse manche Veränderungen erlitten. Die Beobachtungen selbst aber blieben unverändert dastehen, weil sie den Stempel des Fleißes und des Genies tragen, und sie allein führten zu jenem Wege einer rationellen Theorie, der nur erst dann betreten werden konnte, als die Fortschritte der Geognosie es im Allgemeinen erlaubten.

Die Erforschung der Gangverhältnisse ist von der größten Wichtigkeit; um dies zu begreifen, wird es genügen, nur an das zu erinnern, was wir in der Einleitung von der Unwissenheit der ersten Bergleute über das Streichen und Fallen der Gänge gesprochen haben. So glaubte man sonst an das Vorhandensein des Erzes erst dann, wenn man es sah; daher stammen diese vielen, mitunter auf gut Glück niedergebrachten Schächte, diese winkligen und unsicher geführten Bauten. Gelangen wir andererseits durch Erforschung der Gangverhältnisse dahin, deren Ursprung, wie wir ihn hypothetisch behaupten, zu beweisen, und die hieraus gefolgerten Thatsachen zu zeigen: so müssen unsere Grubenbauten eine andere Gestalt annehmen, dann kann man im Voraus berechnen, bei welcher Teufe, in welcher Entfernung man einen Gang durch einen Schacht oder einen Stollen anfahren werde. Nur durch eine genaue Beobachtung der Zusammensetzung, Structur und Formverhältnisse der Gänge, deren Beziehung unter einander und mit dem Nebengestein kann man jene richtigen Ansichten gewinnen, welche nur allein Veranlassung zu größeren Grubenbauten geben müssen. Das charakteristischste Kennzeichen eines Ganges, wodurch derselbe

überall erkannt werden kann, ist seine Zusammensetzung. In der That stehen die Mineralanhäufungen, die die Gangmasse constituiren, in gar keiner Beziehung mit dem Nebengestein, die Fälle ausgenommen, wo sie Bruchstücke des Letzteren enthalten, die von einer Zertrümmerung der Spaltenwände bei Ausfüllung derselben herzurühren scheinen.

Die Gangmasse wird in den meisten Fällen von folgenden Substanzen gebildet: 1) von der Kieselerde, als compacter Quarz, durchscheinender Quarz oder Bergkrystall, ferner als verschieden gefärbter Jaspis und Achat mit Krystalldrusen, 2) dem kohlensauren Kalk, immer als Kalkspath, mitunter in krystallinischen Dolomit, eisenhaltigen Kalkspath, in Spatheisenstein und Braunspath übergehend, 3) dem Flußspath in reinem und krystallinischem Zustande, und den vielfachen Nüancen von weiß, gelb, grün, rosenroth, roth, blau, veilchenblau, und in feinen schönen Würfeln, oder mit Quarz und Kalkspath gemengt; 4) dem weißen, blättrigen oder krystallisirten Schwerspath mit seinen Prismen, glatten Tafeln und gestreiften kammförmigen Krystallen, 5) dem unreinen mitunter schiefrigen Thon (Letten), welchem man keinen anderen Ursprung als Zersetzung zuschreiben kann.

Unter diese Gangmassen muß man auch den Eisenstein begreifen, der mitunter die Rolle der Gangmassen, den übrigen Erzen gegenüber, spielt, ferner den Lievrit und den größten Theil der Kalksilikate, aus denen die durch Feuer erzeugten (abnormen), wie der Talk selbst, der Serpentin und besonders die Hornblende bestehen; endlich das Gestein des Hangenden und Liegenden in zusammengebackenen Trümmern, die mitunter dem Ganzen der Massen ein breccienartiges Ansehen geben. Seltner findet man in dem Nebengestein fremdartige Substanzen, in Blöcken oder Geröllen, wie sie z. B. auf dem Harz von Erz eingehüllt angetroffen werden und dort den Namen Ringerz erhielten, weil der Querschnitt davon eine derartige Form zeigt.

Diese verschiedenen Gangmassen füllen also die Gangspalten aus, und mit ihnen kommen die Erze vor, die in Adern oder kleinen abgesonderten Gängen, in Aederchen, compacten Stücken oder krystallinischen Nieren und einzelnen Krystalldrusen auftreten. Sehr selten ist ein Gang durchaus erzleer. Die gänzlich tauben Gänge sind in den meisten Fällen mit Puddingsteinen und Breccien ausgefüllt, die vom Nebengestein oder von Sand und Thon herrühren. Man muß indessen in den Fällen, wo die Gangmasse nur aus Letten besteht, die Gänge unterscheiden, welche man lettige oder faule Gänge nennt, in denen mitunter sehr reiche Erze vorkommen, und welche von den tauben dadurch unterschieden sind, daß die lettige Masse hier das Resultat einer

Zersetzung jener Gesteinsmassen ist, welche den Gang ausfüllten. So kommt es denn häufig vor, daß derartige Gänge sich nur auf einzelnen Stellen finden, daß man bei weiterem Auffahren im Streichen oder Fallen auf weniger zersetzte Theile stößt und selbst auf solche, die gänzlich unversehrt geblieben.

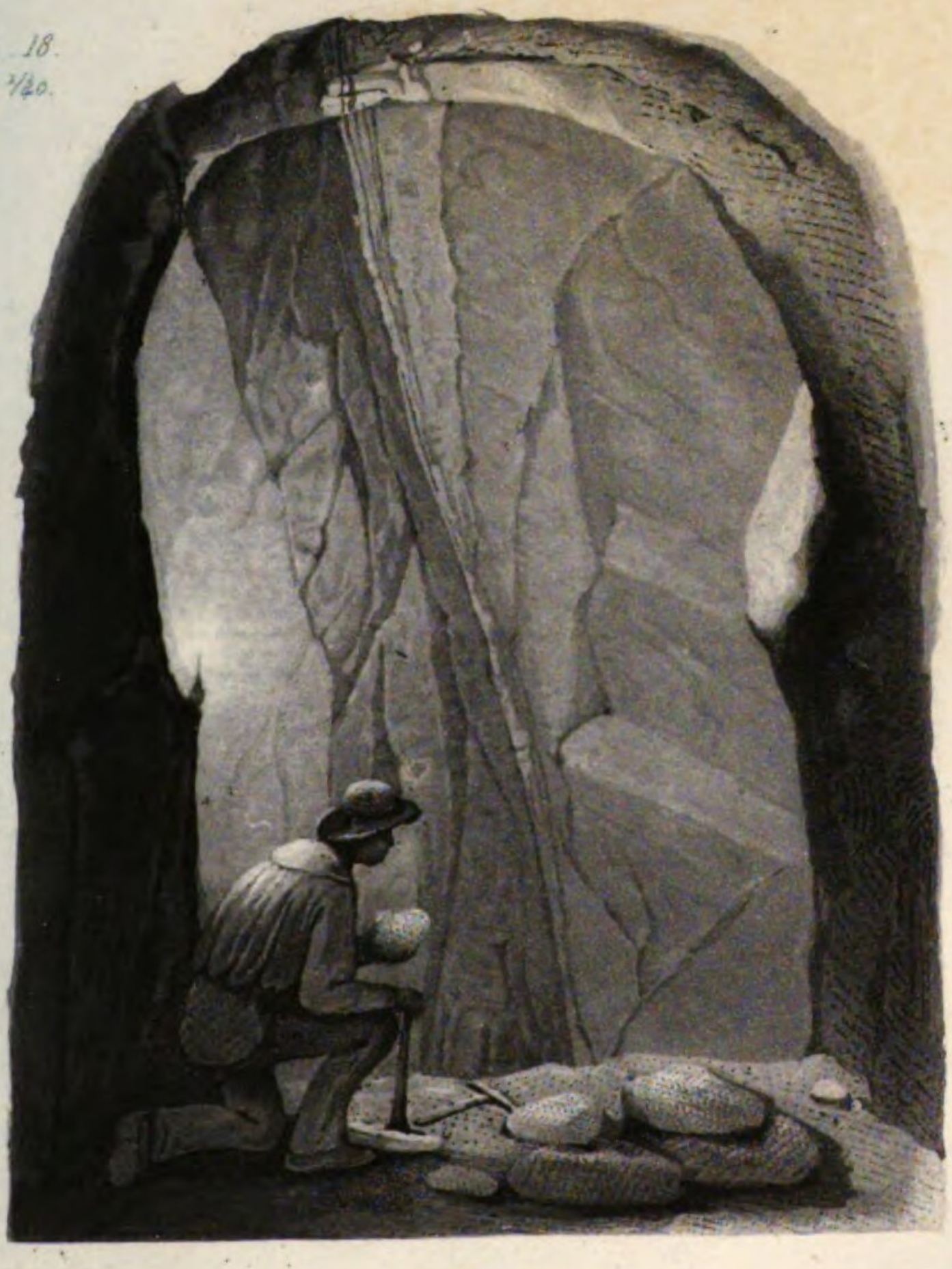
Sowohl Gangmasse, als Erze, befinden sich fast immer in krystallinischem Zustande, mit Ausnahme jener Trümmer, die von dem Nebengestein herrühren, oder von Oben in die Gänge gelangt sind und jenes charakteristische Kennzeichen der Gangmassen nicht an sich tragen. Durch den Gangbergbau hat man den größten Theil einzelner Krystalle oder Krystallgruppen zu Tage geschafft, die zum Studium der Mineralogie dienen. Die schönen Bergkrystalle, die Krystalle von Flußspath, Schwerspath, Kalkspath und Dolomit, nebst den Krystallgruppen von Blende, Bleiglanz, Grauspießglanzerz, Kupferkies, Schwefelkies, Malachit ꝛc., welche man in den mineralogischen Sammlungen sieht, geben indeß eine falsche Idee von dem krystallinischem Zustande der Gangmassen. Alle diese ausgewählten Stufen kommen in Drusen oder Höhlungen vor, in denen die Krystallisation vor sich gehen konnte, aber in den Mineralsubstanzen, welche die Gangmasse überhaupt bilden, ist der krystallinische Zustand allein durch die fasrige oder spaltbare Textur angedeutet, und bestimmbare Krystalle sind seltene Ausnahmen. Diese Textur genügt übrigens, in Verbindung mit den besonderen Eigenschaften jener Substanzen, das Vorhandensein eines Ganges nachzuweisen; die Existenz wird um so leichter darzuthun sein, wenn das Nebengestein leicht angreifbar ist. Um nun näher zu unterscheiden, ob ein Gang ein Gang im engeren Sinne oder ein Stockwerk ist, muß man die Form und Structurverhältnisse studiren.

Form und Structurverhältnisse der Gänge.

Die Form ist das zweite Hauptkennzeichen der Gänge. Wir verglichen dieselbe mit einer Platte, deren parallele Wände die Schichten des Nebengesteins durchschneiden. An der Erdoberfläche giebt sich ein Gang durch ein oder mehre Ausgehende kund, und dringt man weiter in die Teufe, so erkennt man bald, daß Hangendes und Liegendes nach einer bestimmten Richtung einfallen. Hat man einmal das Streichen und Fallen eines Ganges bestimmt, so kennt man den ganzen Gang, und die Erfahrung hat gezeigt, daß derselbe im Durchschnitt auf ziemlich große Entfernungen fortsetzt; es ist also in einem Reviere leicht zu bestimmen, wo man den Gang antreffen kann. Fährt man daher mit einer Strecke den Gang an, so wird man dies augenblicklich

Fig. 17.
Massstb 1/50.

Fig. 18.
Massstb 1/20.



Weisenbach del

Himely sc

Fig. 17. Ganzprofil aus der Ober-Vereinigt-Grube bei Himmelsfürst.
Fig. 18. Erzprofil vom Gottlober Morgengang bei Freiberg.

durch das veränderte Gestein merken, welches durch Hangendes und Liegendes von beiden Seiten begränzt wird. Auf beiliegender Tafel sind zwei Beispiele eines Gangvorkommens mitgetheilt; auf Fig. 18. sondern Hangendes und Liegendes den Gang in scharfer Weise ab. Es ist dies der Gottlober Morgengang bei Freiberg, dessen leicht zu messende Mächtigkeit 0,45 M. beträgt, dessen Fallen 90° ist und dessen Streichen in der Strecke leicht abgenommen werden kann. Wenn der Gang die eben angeführte genaue Gränze zwischen Hangendem und Liegendem nicht hat, wie dies mit dem Petergange (Fig. 17.) der Fall ist, so kann er nur im Durchschnitt gemessen werden und erst dann, wenn er auf gewisse Entfernung abgebaut ist. Die Regelmäßigkeit eines Ganges ist in der That mitunter nicht allein durch die wellenförmige Form des Hangenden oder Liegenden gestört, sondern auch durch Vergabelungen, Vertrümmerungen und Verästlungen, die von der Hauptmasse ausgehen und mehr oder weniger weit fortsetzen. Die von dem Herrn Prof. Weissenbach in mehren Freiberger Gruben genommenen Ansichten (Nr. 19, 20, 23 und 24.) stellen die verschiedenen unregelmäßigen Gangverhältnisse dar.

Die Structur der Gänge steht mit deren Form in innigem Zusammenhange, und zeigt folglich ein für den Theoretiker, wie für den Bergmann ebenso interessantes Vorkommen. Wenn ein Gang nicht aus einem Gemenge der Gesteine des Hangenden und Liegenden besteht, und die Gangmasse aus mehren anderen Substanzen zusammengesetzt ist, so sind diese Letzteren nicht ohne Ordnung durcheinander geworfen, sondern zeigen in gewisser Art eine den Sahlbändern parallele Schichtung, die in Bezug auf Hangendes und Liegendes symmetrisch geordnet ist, d. h. fährt man vom Hangenden an gerechnet einen Streifen Kalkspath an, hierauf einen eben solchen von Flußspath, dann von Quarz, endlich von Schwerspath mit Bleiglanz, so wird man in gleicher Ordnung, vom Liegenden an gerechnet, den Kalk- und Flußspath, den Quarz und bleiglanzführenden Schwerspath selbst in gleich starken Streifen antreffen. Ein Gang ist also von übereinandergelegten Lagen constituirt, die je zwei gleich und von dem Hangenden oder Liegenden an gerechnet, symmetrisch geordnet sind, und da die wellenförmigen Biegungen des Hangenden und Liegenden nicht correspondiren, so könnten die beiden letzten Lagen der Gangmassen sich nicht vereinigen, ohne diesem Gesetze der Symmetrie entgegenzustehen; es kommt daher öfters vor, daß eine neue Gangmasse, ob eine taube oder erzführende, das bleibt sich gleich, diese mittleren leeren Räume ausfüllt. Mitunter

bleibt indeß der Raum leer, und da findet man denn jene Krystalldrusen, die ein ebenso charakteristisches Kennzeichen der Gänge bilden.

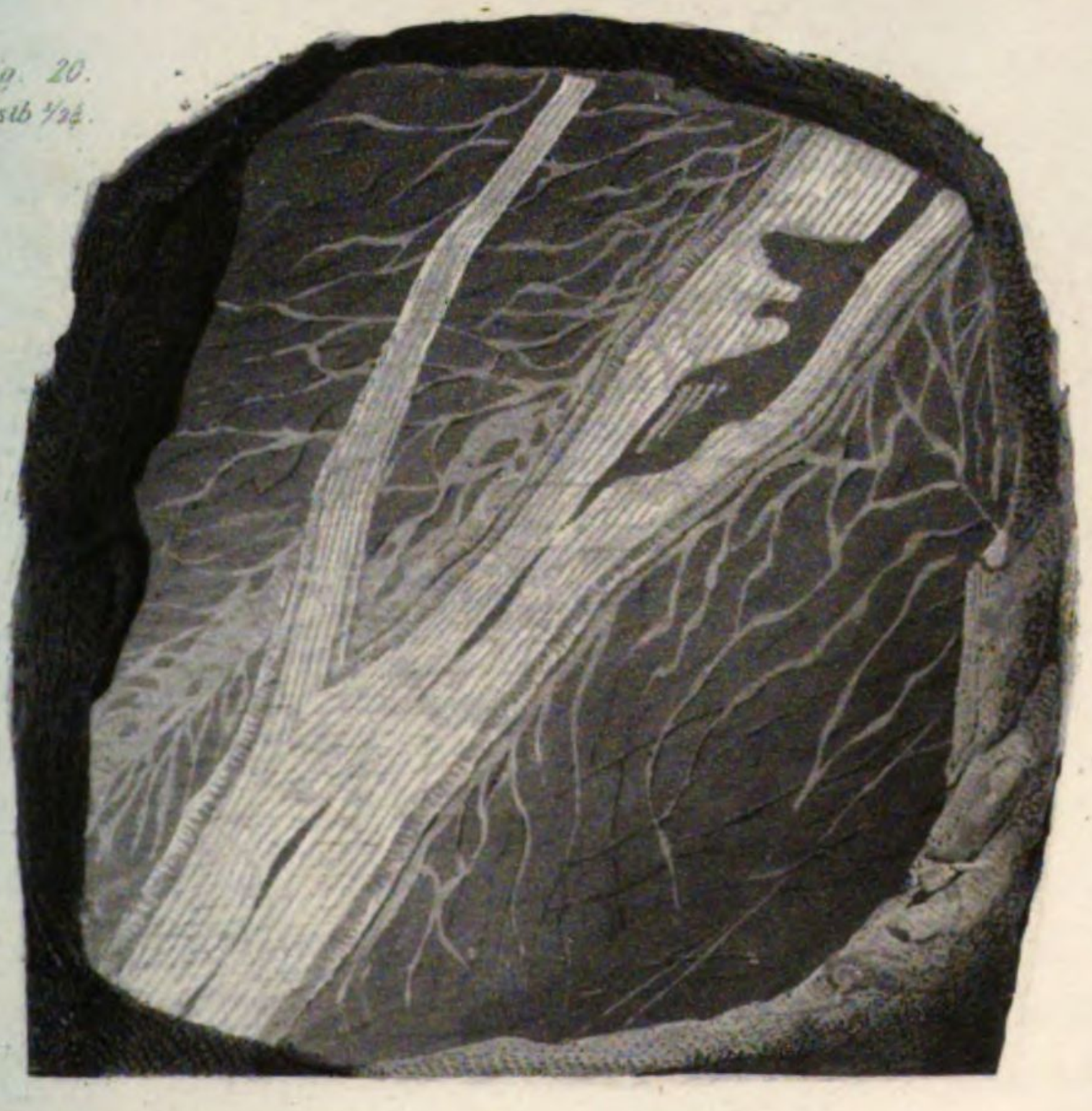
Die symmetrische Structur wird öfters durch das Vorhandensein von Sahlbändern dargethan. Diese gewöhnlich lettigen Sahlbänder isoliren den Gang und tragen sehr viel zu dessen leichterem Abbau bei; die Masse der so abgesonderten Gänge ist offenbar viel leichter zu gewinnen, als wenn dieselbe mit Hangendem und Liegendem fest zusammenhinge. Uebrigens ist das Vorkommen einer Gangmasse in doppelten und symmetrischen Schichten nicht allgemein und absolut: dieselbe ist mitunter mit dem Gestein des Hangenden und Liegenden, mit von der Oberfläche hineingekommenen Felsarten untermengt, und konnte sich deshalb in der erwähnten regelmäßigen Weise nicht immer entwickeln. Andermalen kommt es wieder vor, daß die Zusammensetzung der Gänge zu einfach ist, um Unterschiede machen zu können, und als daß die Symmetrie bemerkbar sei. Wo die Ausfüllung eines Ganges aber ruhig und ohne fremdartige Beimischungen vor sich ging, da tritt allemal, wo ein Wechsel in der Zusammensetzung geschieht, das Gesetz der Symmetrie mit einer merkwürdigen Beständigkeit und Vollkommenheit auf.

Dieses Gesetz ist nicht allein bei den Veränderungen, die der Gang in seiner Zusammensetzung erleidet, sondern auch bei denen der Farbe und Structur anwendbar. Es ist anwendbar bei der Gegenwart eines Erzes, das in demselben Gange vorkommt, in der Art, daß z. B. der Durchschnitt eines Ganges, vom Hangenden zum Liegenden an gerechnet, den farbigen Quarzjaspis, den krystallinischen weißen Quarz, den Bleiglanz führenden Quarz, die Blende, im Ganzen 7 oder 8 symmetrische und je zwei gleiche Schichten zeigen kann. Es giebt so Gänge mit siebenfacher Abwechselung in der Zusammensetzung, Structur oder Farbe, d. h. von einem Sahlbande bis zum Mittelpunkte gerechnet, also im Ganzen 14. Herr Daubuisson führt einen Freiberger Gang an der aus abwechselnden Lagen von Schwer- und Flußspath bestand, welche letztere mit einer solchen Symmetrie angeordnet waren, daß man sie nicht besser mit einem Zirkel hätte auftragen können.

So kann man diese symmetrische Structur nicht als eine durchaus erforderliche Eigenschaft der Gänge, wohl aber als einen sehr wichtigen Umstand beachten, der bei ihrer Erzeugung, sobald sich der Letzteren Nichts entgegensetzte, hervorgerufen ward. Die Fig. 19 und 20. stellen mit großer Nettigkeit ein solches symmetrisches Gangverhältniß dar. In dem Neuhoffnunger Flachen ist diese Structur durch regelmäßige Sahl-

Fig. 19.
Maasst 1/32.

Fig. 20.
Maasst 1/24.



Weisenbach del. Hirsch sc.

Fig. 19. Ganzprofil der 4ten First vom Peter-Gang, in der Grube Hoffnung Gottes bei Freiberg. — Fig. 20 Ganzprofil der 3ten First vom Neuhoffnungerstehen bei Freiberg.

bänder und Linien markirt, welche sich selbst in den Veräſtlungen parallel bleiben. In dem Vetergange ist sie zwar durch Trümmer des Hangenden und Liegenden, und durch eigene Vertrümmerungen gestört, man kann sie aber dennoch durch jene schwarzen Streifen, die als Normen anzunehmen sind, und durch die leeren oder mit Krystalldrusen ausgefüllten Räume des Innern nachweisen.

Die symmetrische Structur der Gänge ist übrigens ein Resultat der krystallinischen Natur der Gangmassen und Erze, womit die letzteren angefüllt sind. Es mußte eine derartige Anordnung da immer gestört werden, wo die Anfüllung der Gänge durch Gesteinsmassen behindert wurde, die aus dem Hangenden oder Liegenden, oder von Oben mit hineinkamen, und sie kann niemals da stattfinden, wo die Gangmasse nur aus mechanischen Anhäufungen von Letten, Sandsteinen, Breccien oder Conglomeraten besteht.

Die krystallinischen Mineralien gehorchen in der That nicht den Gesetzen, die bei Niederschlägen von Gebirgsschichten thätig sind. Beobachtet man die Krystallisation irgend einer Substanz, die auf künstliche Weise, sei es auf nassem oder trockenem Wege, hervorgerufen wurde, so erkennt man, daß die Krystalle sich immer auf die vertikalen oder geneigten Seitenwände der Gefäße oder Sublimationsessen in jenen parallelen Schichten ansetzen. Dasselbe findet bei den Gängen statt, und sei es nun, daß die ausfüllenden krystallinischen Materien durch Sublimation oder Niederschlag erzeugt wurden, so ist es dennoch natürlich, sie vom Hangenden und Liegenden angerechnet, je nach ihrer Bildung abgelagert zu sehen.

Es ist übrigens evident, daß man diesen Structurgesetzen keine zu große Ausdehnung geben muß. Die einzelnen Theile desselben Ganges konnten verschiedenen Einflüssen ausgesetzt sein, die deren Zusammensetzung modificirten; die wellenförmigen Biegungen der Wände, der Unterschied ihrer Lage im Vergleich zu der Anfüllungsweise, geben noch weiteren Grund zu Ausnahmen dieses Gesetzes ab. Diese Ausnahmen aber werfen deshalb ebenso wenig die Regel um, als durch die mechanisch eingebrachten Bruchstücke der Parallelismus der Structur gestört wurde. Die Beobachtung der kleinsten Details unterstützt diese Hypothese einer normalen Gangausfüllung durch auf einander folgende Lagen, von den Sahlbändern an gerechnet. So schrieb Herr Daubuisson im Jahre 1819: „man bemerkt bei derartigen Substanzen, die eine große Neigung zur Krystallbildung haben und in vollkommene oder unvollkommene Krystalle wirklich auch verändert wurden, wie der Bergkrystall, der Amethyst, Kalkspath u. s. w., daß die Spitze der pyrami-

dalen Krystalle immer nach innen gekehrt ist, und der Krystall selbst ungefähr senkrecht gegen die Sahlbänder steht. Jede Schicht muß also, sobald sie auf einer anderen abgesetzt ist, den Abdruck der Krystalle der unteren Schicht zeigen, während ihre eigenen Krystalle die Spitzen in der folgenden Schicht einzudrücken scheinen; endlich stellen sich die beiden mittleren Schichten mit ihren Krystallspitzen gerade gegenüber, greifen gleich Zähnen in einander und füllen so den Gang vollständig aus."

Vorkommen der Erze in den Gängen.

Die Erze kommen in den Gängen niemals als regelmäßige Schichten vor, sondern sind in der ganzen Gangmasse vertheilt. Die abwechselnde Mächtigkeit der Gänge scheint mit dem Erzgehalte derselben in gleichem Verhältniß zu stehen, so daß die mächtigsten Theile eines Ganges gewöhnlich auch die reichsten, nicht sowohl in Bezug der Erzmenge, als auch in Rücksicht des Gehalts der Letzteren sind. Ein treffendes Beispiel hiervon giebt der Gang von Veta Grande bei Zacatecas in Mexiko, der auf 2760 Meter Länge bei einer Teufe von 3—400 Meter und durch 21 Schächte abgebaut wird. Der Bau war besonders wichtig in den Gruben von Gallega und Cerro-di-Milanese, wo sich der Gang bis zu 8—12 Meter aufthut oder sich in 4 Aeste vertrümmert. In größerer Teufe aber verminderte sich die Mächtigkeit des Ganges bis auf 0,90 M. und 1,20 M.; zu gleicher Zeit brachen die Erze in so geringer Menge und so unedel, daß der Grubenbetrieb eingestellt werden mußte.

Dasselbe was man bei Gängen in Bezug auf ihr Niedersetzen beobachtet hat, findet auch bei deren Streichen statt; so durchfährt man in den Bleiglanzgängen der Gruben von Poullaouen und Huelgoat in der Bretagne nach der Streichungslinie öfters ganz taube Parthien, und findet dann wieder ungemein reiche Mittel. Der berühmte Gang von Veta-Madre wird auf eine Länge von 12000 Meter abgebaut, hat indeß nur besonders reiche Erzmittel auf etwa 2600 Meter gezeigt. Oefters beobachtet man ein abwechselndes Auftreten der Erze; der kupferhaltige Schwefelkies wird durch die Blende und den Bleiglanz verdrängt, so daß der Gang aus zusammengehörigen einzelnen Parthien von verschiedener Zusammensetzung gebildet zu sein scheint. Diese Uebergänge in der Richtung des Streichens lassen sich übrigens aus der Gangbildung direct erklären; jene Uebergänge indeß, in der Richtung des Fallens, scheinen von verschiedenen Ursachen herzurühren.

In vielen Gängen bemerkt man einen auffallenden Unterschied

zwischen den mineralogischen Charakteren der oberen Theile und denen der unteren. Die Gänge von St. Marie aux Mines hatten eine große Berühmtheit als ihr Abbau in den oberen über den Hauptthälern liegenden Teufen geführt wurde; man fand dort große Massen gediegen Silber, das Erz war gleichfalls silberreicher und leichter zu gewinnen, als späterhin in den unteren Teufen. Man erklärte diesen Wechsel durch eine condensirende Kraft, welche man nach physikalischen Gesetzen den oberen Parthien einer Spalte in einem höheren Grade, als den unteren, zuschreiben mußte. Die metallischen Substanzen mußten sich dort vorzugsweise, ebenso wie in den Weitungen und Vertrümmerungen niederlegen, weil die Geschwindigkeit ihres Empordringens vermindert und die Temperatur niedriger wurde. Der Wechsel in dem Gehalt der Erze nach der Teufe scheint indeß von einer Reihe anderer Umstände herzurühren. So sind in den meisten amerikanischen Gängen die Silbererze gegen das Ausgehende in einer ockrigen Gangmasse von geringem Zusammenhange, die offenbar das Resultat von Zersetzung zu sein scheint, concentrirt; man nennt derartige Gänge faule Gänge, und die Metalle finden sich im gediegenen Zustande oder mit Chlor und Schwefel verbunden. Diese Erze haben zwar keinen hohen Gehalt, gewähren aber wegen ihres leichten Abbaues dennoch großen Gewinn. Man nennt sie in Mexiko Colorados und in Peru Pacos; kaum kann man sie beim anstehenden Gange mit dem bloßen Auge erkennen, durch Amalgamation sind sie indeß leicht zu gut zu machen. Geht man bei diesen Gängen tiefer nieder, so findet man nur Schwefelkies in einer schwärzlichen sehr harten Gangmasse, ein Erz (Los negros), das mit geringem Nutzen gewonnen und zu gut gemacht wird.

Es ist offenbar, daß ursprünglich die oberen Parthien der Gänge gleiche Eigenschaften mit den in den unteren Teufen hatten, durch die Nähe der atmosphärischen Luft indeß verändert wurden. Ein Hauptagens dieser Letzteren mag wohl die elektrische Strömung gewesen sein, deren Vorhandensein in den oberen Gangparthien durch zahlreiche, in den Cornvaller Gruben angestellte Versuche dargethan ist. Daher rühren diese Zersetzungen der Gangmassen und Erze, die Bildung von gediegenem Metalle und die Zerstörung der härtesten Quarzkrystalle, von denen Nichts weiter als die Abdrücke ihrer ursprünglichen Form übrig geblieben. Daher rührt in den Kupfererzgängen jenes schwarze Kupferoxyd, dessen Vorhandensein nicht gut mit einem feuerflüssigen Ursprung in Einklang zu stehen scheint, weil es bei der geringsten Temperaturerhöhung in Oxydul übergeht; daher rühren endlich in den Bleiglanzgängen die Uebergänge des Schwefelbleies in

Weißbleierz, jene zerfressenen drusigen Gangmassen, jene Abdrücke von Bleiglanzwürfeln, jene Ausfüllungen von Gypskrystallen.

Betrachtet man die Gänge im Querschnitte, so sieht man ihr Vorkommen in Adern, Aederchen, kleinen Trümmern, Nieren, Körnern, plattenförmigen Stücken und Krystallen. Diese verschiedenen Gestalten sind übrigens der Bildung in doppelten und symmetrischen Reihen für die Gänge untergeordnet, wo ein derartiges Vorkommen sichtbar ist; bald also streichen die Erze längs dem Hauptstreichen des Ganges fort, sei es nun scharf abgesondert oder durch Sahlbänder in die übrige Gangmasse übergehend, bald sind sie vertheilt in der ganzen Gangmasse. Die Krystalle kommen namentlich in den zerfressenen und drusigen Parthien vor, und gehören fast immer ein und derselben Krystallform an, welche einem Gange eigenthümlich ist, so daß man in den mineralogischen Sammlungen an vielen Stufen sofort erkennen kann, wo sie her sind.

In vielen Gängen, die zum Theil von den Trümmern des Hangenden und Liegenden oder anderer Mineralien ausgefüllt wurden, bildet das Erz das Bindemittel, wie dies bei einzelnen Harzer Gängen vorkömmt, und namentlich auch bei denen von La Croix aux mines, Huelgoat ꝛc. stattfindet.

Oefters scheint das Nebengestein von großem Einflusse auf die Zusammensetzung der Gänge gewesen zu sein, und diese Einflüsse sind entweder mechanischer oder chemischer Natur.

Für die ersteren finden sich, namentlich in den Bleiglanzgängen von Derbyshire ausgezeichnete Beispiele. Diese Gänge setzen in dem Bergkalke und den dioritischen Gesteinen auf, die sich zwischen der Kalkformation eingelagert haben. In den dioritischen Gesteinen werden die Gänge arm und schwach, während sie in dem Kalke außerordentlich mächtig und reich werden; zu Andreasberg setzen Gänge abwechselnd durch Glimmerschiefer und Quarzfels; sie treten in dem Schiefer jedesmal mächtiger und reicher als in dem Quarz auf. Bei allen diesen einzelnen Beispielen, welche man noch in größerer Zahl aufführen könnte, kann man in der That Nichts weiter beobachten, als eben die Unterschiede in der Mächtigkeit der Gänge bei ihrem Durchsetzen der verschiedenen Formationen; der größere oder geringere Reichthum derselben ist nur eine Folge von dieser ersten Erscheinung. Die verschiedene Mächtigkeit der Gänge erklärt sich aber durch den verschiedenen Grad der Elasticität der durchbrochenen Gebirgsschichten. Man kann also in einer Gegend, wo die Gebirgsformationen sehr häufig wechseln, und in diesen Gänge auftreten, über deren relative Mächtigkeit durch-

aus Nichts a priori bestimmen, bevor man nicht noch zahlreichere Beobachtungen über die eigenthümliche Beschaffenheit jener Gesteine, in welchen die verschiedenen Gänge aufsetzen, gemacht hat.

Die Beschaffenheit der Gänge scheint aber mitunter auch durch directen Einfluß des Nebengesteins modificirt zu werden. Zu Kongsberg in Norwegen setzen z. B. schmale Gänge mit Kalkspathgangmasse im Gneiß- und Amphybolführenden Glimmerschiefer auf; einzelne Schieferschichten sind von Kupferkies, Schwefelkies, Blende und Bleiglanz durchdrungen und werden Falband genannt; hat man dieses Falband durchfahren, so trifft man in dem Gange selbst das gediegene Silber und die geschwefelten Silbererze in Krystallen oder derber Gestalt in Begleitung von Kupfer und Schwefelkies bis auf eine Teufe von 565 Meter an.

Einzelne Gänge in Sachsen und Böhmen durchsetzen Schieferschichten und Porphyr, werden in Letzterem ganz besonders reich, während sie in den Ersteren taub sind, ohne eine Veränderung in der Mächtigkeit zu erfahren.

Gangverhältnisse.

Die Mächtigkeit der Erzgänge ist sehr verschieden. Der Silbererzgang von Veta-Madre bei Guanaxuato in Mexiko ist der mächtigste aller jemals abgebauten Gänge; seine Mächtigkeit variirt von 30—45 Meter, und man hat sein Streichen bis auf eine Entfernung von mehr als 12000 Meter verfolgen können, während der Betrieb bis auf ungefähr 410 Meter Teufe geführt wird. Mitunter sind die Gänge kaum einige Deci-Meter mächtig, wie die Zinnerzgänge in Limousin, die von 0,01—0,03 M. variiren. Wenn es bei so verschiedenartigen Verhältnissen erlaubt wäre, eine durchschnittliche Angabe zu machen, so könnte man die gewöhnliche Mächtigkeit der Gänge auf 1—2 Meter und ihr Aushalten gleich 500—1000 Meter annehmen. Unter den durch ihre Mächtigkeit berühmten Gängen kann man den Gang von La Croix bei St. Marie aux mines in den Vogesen anführen; seine Mächtigkeit variirt von 20—25 Meter, und da, wo er sich aufthut, erreicht er die von Veta-Madre. Das Erz steht aber lange nicht mit der Mächtigkeit der Gänge in Uebereinstimmung, und die seit undenklichen Zeiten in Bau begriffenen Gruben wurden in Folge der großen Kosten, welche die Wasserhaltung verursachte, verlassen. Dieser Gang kann in seinem Streichen bis auf 8000 Meter verfolgt werden.

In Freiberg ist durch einen 400jährigen Grubenbau ein Gang aufgeschlossen worden, der auf 3600 Meter weit fortstreicht, und 580 Meter

in die Teufe setzt. Der mächtigste Gang dieses reichen Reviers hat 2 Meter durchschnittliche Mächtigkeit und ein Aushalten von 6000 Met.

Der größte Gang des Schemnitzer Bergreviers in Ungarn erreicht 40 Meter Mächtigkeit. Der Mordlauer Gang in Franken wird als der bedeutendste in Deutschland angesehen. Derselbe thut sich bis auf 12 Meter auf und wird auf 18000 Meter lang abgebaut.

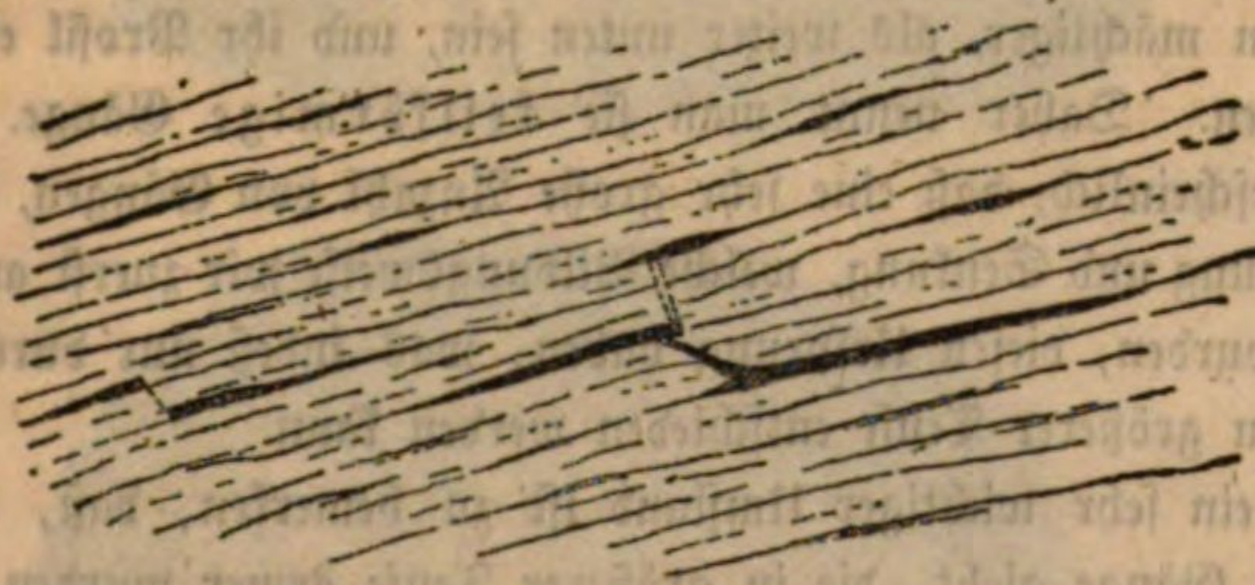
Die Form eines Ganges hängt durchaus von den Verhältnissen ab, unter denen sich die später ausgefüllte Spalte gebildet hat und dem Gebirge, in dem dies geschah. Die Prüfung der einzelnen Fälle, welche bei jener Spaltenbildung stattfinden konnten, gewährt allerdings über alle Formverhältnisse der Gänge genügende Aufschlüsse.

Wurde die Spalte durch eine Hebung und resp. Senkung des Gebirges erzeugt, wodurch sich die Seiten des hieraus hervorgehenden Sprunges von einander thaten, und die einzelnen Gebirgsschichten nicht mehr in gleicher Richtung einfielen, so wird ein derartiger Gang ohne Frage von großer Ausdehnung und Regelmäßigkeit, weniger verdrückt und vertrümmert, als in den anderen Fällen sein, weil das Hangende und Liegende ihre relative Lage gegen einander verloren haben und der Bruch folglich von großer Ausdehnung und scharfer Begränzung sein mußte. Man findet unter derartigen Gängen mitunter solche, wo das Hangende und Liegende Spuren von Reibungen zeigt, die bei dem Emporheben der Schichten durch die ungleiche Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden verursacht wurden. Die hervorspringenden Theile des Hangenden oder Liegenden haben indeß auf der entgegengesetzten Seite keine entsprechende Vertiefung, welches der Fall wäre, wenn die Seitenwände der Spalte trotz ihres Entfernens von einander die relative Lage beibehalten hätten. Diese Gänge wechseln deshalb mehr als alle andere ihre Mächtigkeit.

Rühren die Gänge von bloßen Sprüngen im Gebirge her, ohne daß sie durch Hebungen und Senkungen stattgefunden hätten, so sind sie von geringerer Ausdehnung, und ihr Verhalten noch weniger regelmäßig, da ihr Ursprung nicht mit jenen großen Phänomenen, die unsere Erdoberfläche umgestaltet haben, im Zusammenhange steht, und eine derartige Spaltung sich durch eine große Anzahl von kleinen parallelen Rissen oder ungleichen Klüften kund geben konnte, unter denen man freilich immer eine Hauptspalte zu bemerken scheint, von welcher kleinere Trümmer nach allen Richtungen abgehen. Mitunter kommt es dann auch vor, daß sich mehre größere Spalten neben einander gebildet haben, von denen der Bergmann sagt, daß sie sich mit einander schleppen, welche sich indeß später gewöhnlich wieder vereinigen.

Das Verhalten der Gänge entspricht genau den Hypothesen, die wir über deren Ursprung aufgestellt haben, und hängt deshalb größtentheils genau von der Beschaffenheit des Nebengesteins ab.

Ist das Gebirge, worin die Gangspalten sich bildeten, von dichter und gleichartiger Beschaffenheit, so werden die Gänge in Mächtigkeit und Ausdehnung regelmäßig sein. Mitunter kann allerdings diese Regelmäßigkeit durch frühere Spalten oder durch verschiedene Beschaffenheit des durchsetzten Gebirges gestört sein. So wird in einem sehr zerklüfteten Gebirge die neue Spalte statt einer bestimmten Fall- und Streichungsrichtung in unbestimmten Linien sich fortziehen und kann deshalb in ihrem Werthe nur auf beträchtlichen Ausdehnungen kennen gelernt werden, aus denen man alsdann einen mittleren Durchschnitt nimmt (Fig. 21.). Hangendes und Liegendes sind dann von gleicher



[Fig. 21. Grubenriß der Schwefelkiesgruben von St. Bel.]

Beschaffenheit, Vertrümmerungen verändern die Mächtigkeit und mitunter wird der Gang dermaßen verzweigt, daß er einem Stockwerk in der Form eines Ganges ähnelt. Der Grubenriß der Schwefelkiesgruben von St. Bel (Rhône), der durch Herrn Hennezel aufgenommen ist, liefert ein gutes Beispiel eines solchen Vorkommens (Fig. 21.).

Das Gangprofil (Fig. 22.) giebt ein anderes Beispiel von unregelmäßigem Vorkommen. Die Gänge von St. Bel folgen in der Regel der Schichtungsrichtung des Nebengesteins; mitunter indeß setzen sie von einer zu der anderen über und durchschneiden so das Gestein in senkrechter Richtung, bilden also sowohl schwebende, wie flache Gänge.

[Fig. 22. Verticaler Durchschnitt der Grube von St. Bel.]

Durchsetzen die Gänge verschiedene Gebirgsformationen, so variirt deren Mächtigkeit und Streichungslinie bei dem Uebertreten aus einer Formation in die

andere. Dies rührt von dem ungleichen Elasticitätsgrade der Gesteinsschichten her; einzelne Schichten desselben gaben nach, ehe sie vollständig brachen, und deshalb tritt ein Gang z. B. in dem Thonschiefer mächtiger, als in dem Gneiß auf, und mitunter ist der Unterschied so bedeutend, daß ein Gang, der in dem massigen Gestein nur 1 Meter Mächtigkeit hatte, deren in dem Thonschiefer aber 2 und 1½ in der Grauwacke hat. In einzelnen Grubendistricten Englands durchsetzen gewisse Gänge sowohl die primitiven Gebirge, als auch den Bergkalk, und liefern in dieser Beziehung zahlreiche Beispiele.

An anderen Punkten wurden die Gangspalten durch Hebung des ganzen Gebirges gebildet, so daß die schon gebildeten überlagernden Formationen sich ausdehnen mußten, und bei Ueberschreitung deren Elasticitätsgränze brachen. Derartige Gangspalten müssen in den oberen Teufen mächtiger, als weiter unten sein, und ihr Profil eine Keilform zeigen. Daher nennt man sie keilförmige Gänge. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine sehr große Anzahl von Gängen, die nicht durch Hebung und Senkung, welche Bildungsweise wir zuerst anführten, gebildet wurden, diesen Ursprung haben, was indeß nur durch Beobachtung in größerer Teufe entschieden werden kann.

Als ein sehr wichtiger Umstand ist zu bemerken, daß, wenn es auch viele Gänge giebt, die in größerer Teufe ärmer wurden und an Mächtigkeit verloren, man doch keinen einzigen Fall kennt, wo ein Gang sich gänzlich ausgekeilt hätte. Hat man daher das Streichen und Fallen eines Ganges bestimmt, so wird ein Aufsuchen desselben in größerer Teufe trotz der vielen Verwerfungen bei Gängen, dennoch immer zu einem Resultate führen, und nur den gewöhnlichen Wechselfällen an Mächtigkeit und Erzreichthum der Gänge ausgesetzt sein, ohne daß man ein vollständiges Auskeilen jemals zu befürchten hätte.

Es kommt sehr selten vor, daß ein Gang allein im Gebirge aufsetzt, und daß mehre Gänge in Bezug auf ihre Zusammensetzung gleich wären.

Betrachtet man die einzelnen Gänge eines Gangreviers, so erkennt man gewisse Beziehungen zwischen ihnen, und kann sie hiernach geognostisch classificiren. Diese Beziehungen beruhen sowohl auf dem Streichen, als auch auf der Zusammensetzung, und wurden zuerst in Sachsen und auf dem Harze beobachtet, wo Werner erkannte, daß die Gänge derselben Zusammensetzung unter sich ein paralleles Streichen hätten, und daß die verschiedener Zusammensetzung gewöhnlich diesen Parallelismus nicht zeigten. So durchkreuzen zu Ehrenfriedersdorf die von N. nach S. streichenden Silbererzgänge, die von O. nach

Fig. 23.
Massst 1/24.

Fig. 24.
Massst 1/40.

Wunsenbach del. Himly sc.

Fig. 23. Durchsetzen des Neuhoffnungerflachen durch den Christianer Stehenden in der Grube Flemmelsparth zu Abraham bei Freiberg.
Fig. 24. Durchsetzen des Gottlober Morgenganges in der 2ten Strecke.

W. streichenden Zinnerzgänge. Eine jede dieser Gangformationen begreift mehrere Gänge, die unter sich ein gleiches Streichen und Fallen haben.

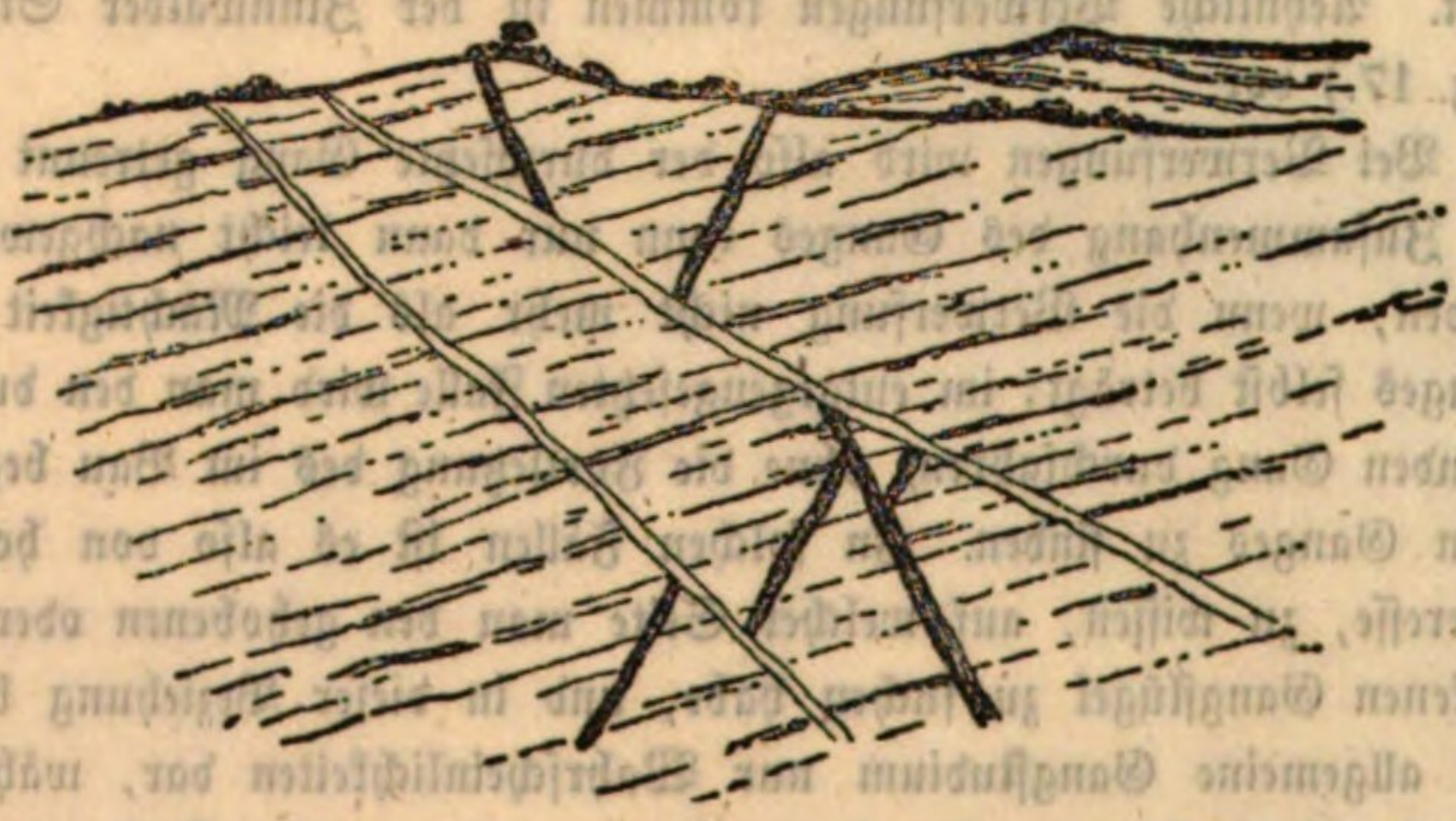
Beim Durchkreutzen der Gänge ist es leicht, die älteren zu bestimmen, da sie schon gebildet, als die anderen noch unausgefüllt waren, und deshalb ohne Unterbrechung weiter setzen. Den jüngeren Gang nennt man den durchsetzenden Gang. Die Abbildungen Fig. 23 und 24. stellen zwei solcher Fälle dar und geben mit großer Genauigkeit ein Bild dieses Vorkommens. So ist in Fig. 23. der schon auf Fig. 20. abgebildete Hoffnungerflachen von dem Christianerstehenden Gang durchsetzt, von dem ein jeder Ausläufer das Niveau des Ganges verändert. Der zweite Fall ist auf Fig. 24. dargestellt, wo der Gottlober Morgengang (Fig. 18.) in 3 Trümmer getheilt ist, und jedes dieser Trümmer den Durchsetzer besonders verwirft. Aehnliche Verwerfungen kommen in der Zinnwalder Strecke (Fig. 17.) vor.

Bei Verwerfungen wird also der durchsetzte Gang getrennt und der Zusammenhang des Ganges kann nur dann leicht nachgewiesen werden, wenn die Verwerfung nicht mehr als die Mächtigkeit des Ganges selbst beträgt; im entgegengesetzten Falle wird man den durchsetzenden Gang durchfahren, ohne die Fortsetzung des im Bau begriffenen Ganges zu finden. In solchen Fällen ist es also von hohem Interesse, zu wissen, auf welcher Seite man den gehobenen oder gesunkenen Gangflügel zu suchen habe, und in dieser Beziehung bietet das allgemeine Gangstudium nur Wahrscheinlichkeiten dar, während specielle Beobachtungen in einem einzelnen Gangrevier stets zur Gewißheit führen müssen. In den meisten Fällen findet sich die Fortsetzung des Ganges auf der Seite des stumpfen Winkels, der durch die beiden Gänge gebildet wird. Das Nebengestein kann nicht allein darin einen Anhaltspunkt liefern, auf welcher Seite der Gang verworfen sei, sondern auch ob die Verwerfung überhaupt von Wichtigkeit ist. Bei einem ungleichartigen Gestein wird es immer leicht sein, den Zusammenhang aufzufinden und die Niveaudifferenz auf jeder Seite zu messen. In einem gleichartigen Gebirge hat man öfters einen Anhalt in der durch die Verwerfung erfolgten Veränderung der Zusammensetzung und Textur der Schichten, und hiernach vermag man die Richtung und Mächtigkeit des Sprunges zu ermessen.

Die Gangkreuze, die Verwerfungen und alle sonstige Veränderungen in dem Verhalten der Gänge gehören übrigens zu den verwickeltsten Erscheinungen. Bei den Gängen, wo sie vorkommen, muß die

practische Erfahrung des Bergmannes, die er sich in dem Reviere selbst erworben hat, von der größten Hilfe sein, weil eine Menge von Einzelnheiten, die theoretisch nicht festgestellt werden können, oft der beste Wegweiser sind. In gleicher Weise kann die Erforschung einer ganzen Bergwerksgegend sehr viel zur Lösung dieser interessanten Probleme beitragen. So hat man in Cornwall neun Gangsysteme erkannt: zwei Zinnerzgangsysteme, einen Porphyrgang, drei Kupfererz-, einen Quarz- und zwei Lettengänge, deren Altersbeziehungen und nähere Verhältnisse festgestellt sind.

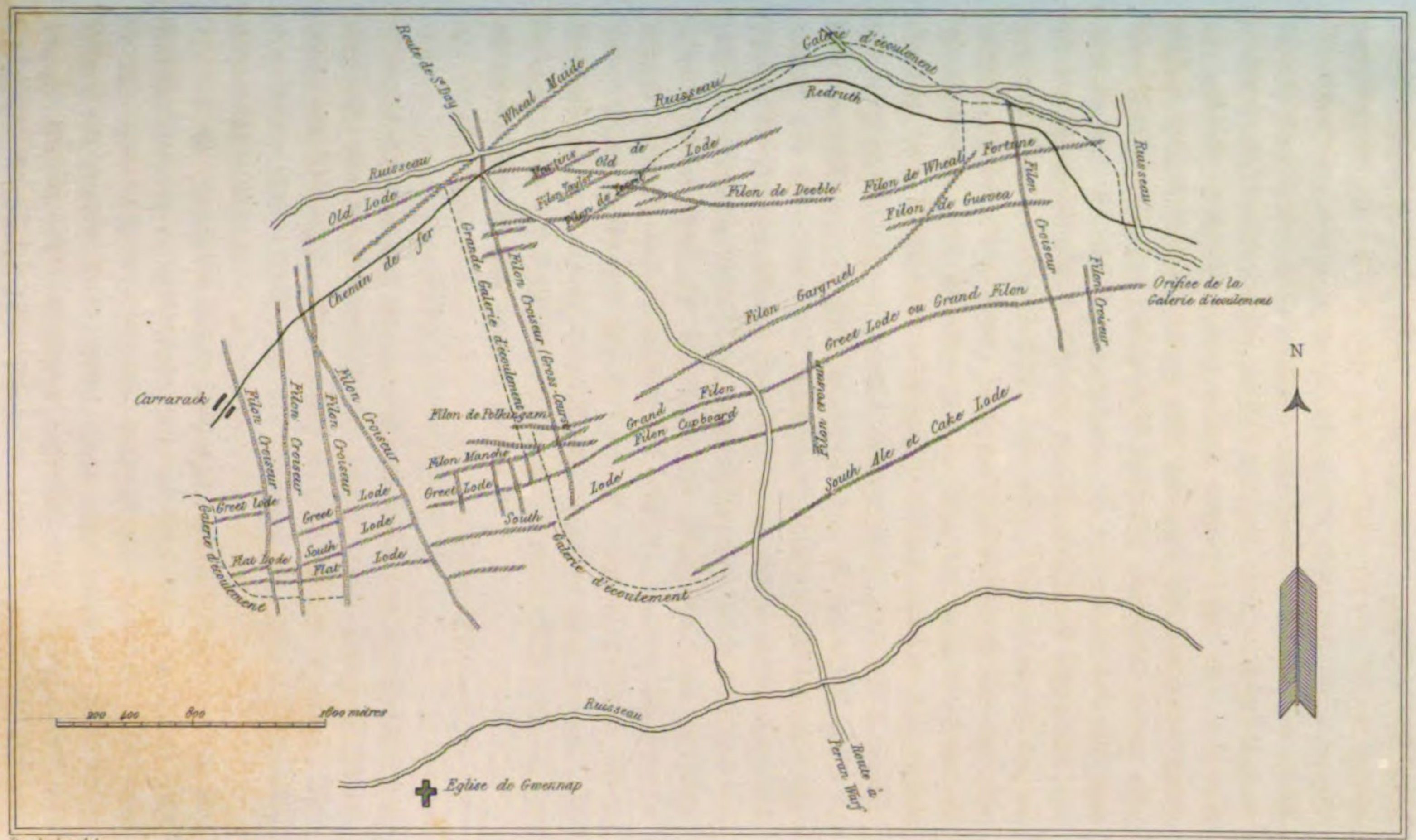
Auf Fig. 25. theilen wir den Riß der hauptsächlichsten Cornwaller Gänge mit, der eine Idee von dem Durchkreuzen der verschiedenen, unter sich parallelen Gangsysteme geben wird. Die Erzgänge streichen hier noch so ziemlich von O.-W. und werden von Durchsetzern verworfen, die von N.-S. streichen. In der Grube Huel-Peaver (Fig. 26.)



[Fig. 26. Gangprofil aus der Grube Huel-Peaver in Cornwall.]

sieht man anderseits, wie die Zinnerzgänge von den Kupfergängen durchsetzt und verworfen werden, und diese beiden Gangsysteme von mit Letten ausgefüllten Spalten (cross-courses) von Neuem durchsetzt und verworfen sind.

Aus den obigen Betrachtungen ergiebt sich also, daß die, aus derselben Zeit stammenden Gänge dieselbe Zusammensetzung haben und parallel sind, d. h. daß das Gebirge vorher in einer bestimmten Richtung mit Spalten durchzogen wurde und sich alsdann diese Spalten anfüllten. Hierauf bildeten sich andere Spalten in neuen Richtungen, die gleichfalls mit anderen Substanzen sich anfüllten. Darauf nochmals ein neues System u. s. f. Diese Erscheinungen wurden durch Werner zuerst ins Auge gefaßt, und er legte die Basis zur Theorie der Erdumwälzungen des Herrn Elie de Beaumont, die das Princip



Daubrée del. Gravé par E. Wermer

Allgemeine Uebersicht

der Hauptkupfererzgänge und deren Durchsetzen (Grosscourses) in den Gruben Consolidated u. United (Cornwall)

des Parallelismus der großen geologischen Phänomene auf das klarste herausgestellt hat.

Wenn die Gänge so unter sich in der Streichungsrichtung verbunden sind, so müssen sie natürlich auch dieselben Beziehungen zu den großen Gebirgsverwerfungen haben, von denen sie in gewisser Hinsicht nur als eine Folge betrachtet werden können. Die Herren Elie de Beaumont und Fournet haben dies auf mehreren Punkten während ihrer Reise in England, wo diese Verhältnisse namentlich hervortreten, nachgewiesen. Die Penninischen Alpen z. B. zeigen einen Parallelismus der Gebirgskuppenzüge, der Verwerfungen, Dykes und Gänge auf ungeheuren Flächen. Die Vogesen, die Gebirge der Auvergne, die metallischen Districte der Alpen, Sachsens und Böhmens bestätigen den Parallelismus der Erhebungen an der Oberfläche des Bodens mit den Spalten in dem Innern des Gebirges. Uebrigens sind diese Brüche und Spalten nicht immer parallel mit den Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche, die eben im Allgemeinen mit den Bildungen des Innern der Erde und den Schichtenablagerungen der Niederschlagsgebirge im Zusammenhange stehen; denn die Gänge waren wohl auch einzelnen Wirkungen ausgesetzt, und sie streichen deshalb in mannichfacheren Richtungen. In der Hauptsache aber werden sich die Beziehungen zwischen dem Gangverhalten und der äußeren Bildung der Erdoberfläche nachweisen lassen, besonders wenn man hierbei auf die Beschaffenheit des Nebengesteins Rücksicht nimmt. Aus all diesen Relationen lassen sich Thatsachen in einer Art und Weise erklären, wie es für die Praxis vom höchsten Nutzen ist.

Liegende und stehende Stöcke.

Die stehenden und liegenden Stöcke kommen in der Regel zusammen vor, und das Nebengestein hat sowohl durch Form als Zusammensetzung den größten Einfluß auf die Beschaffenheit derselben. Diese Lagerstätten sind deshalb nicht wie die Gänge, von dem einschließenden Gestein unabhängig.

Es ist ein merkwürdiger Umstand, daß die Stöcke nur in dem Gebirge eingelagert vorkommen, wo abnorme Felsarten in die Höhe drangen und geschichtete Gebirge metamorphisirt wurden. Aus einer solchen allgemeinen Beobachtung kann man allerdings noch keinen directen Anhalt zur Aufsuchung der Stockwerke folgern, aber man schließt durch dieselben schon von vorne herein $\frac{3}{4}$ der Erdoberfläche aus, wo man keine Untersuchungen anstellen kann, und denkt man noch weiter über das Princip nach, so wird der Raum, wo Stockwerke ein-

gelagert sein können, noch um vieles mehr begränzt werden. Man hat in der That nicht nur gefunden, daß sich die Erze nur in den Gebirgsgegenden vorfinden können, wo das geschichtete Gestein durch abnorme Felsarten metamorphisirt und verworfen ist, sondern man hat auch die Ueberzeugung gewonnen, daß nur die Porphyre metallbringend sind, und daß in einem bestimmten geognostischen Kreise dieser Gebirgskette man nur mit einer oder zwei der Felsarten jener Periode Erze anzutreffen im Stande ist. Da endlich diese abnormen Felsarten selbst in gewissen Richtungen emporgedrungen sind, so muß man die Aufsuchung der Erze jedenfalls in der Nähe dieser Gebirgsarten vornehmen.

In fast allen Bergwerksgegenden hat man die unregelmäßigen Erzlagerstätten in dem metamorphischen Gebirge und in der Nähe der eruptiven Felsarten beobachtet. In Folge dieser Beobachtung hat man den Namen einer metallführenden Felsart eben jenen abnormen Gesteinen gegeben, die an sich zwar vollständig taub sind, indeß aber häufig ein gutes Anzeichen von dem Vorhandensein der Erze in der Nähe geben können. Die Feldspath- oder Hornblendeporphyre und das Serpentin- oder Diallaggestein sind so ziemlich die einzigen Felsarten jener Porphyrperiode, die zu den Metallen in einer Beziehung stehen. Dahin gehören die metallbringenden Porphyre des südlichen Amerikas, die feldspathiger und quarziger Natur sind, und welche Herr v. Humboldt deshalb metallbringend genannt hat, weil sie in beständiger Beziehung zu dem Vorkommen der Erze stehen, welche in der Streichungsrichtung der Cordilleren und in den verworfenen Schichten des Niederschlagsgebirges einbrechen; dahin gehören ferner die schwedischen und norwegischen Hornblendeporphyre, deren Beziehung zu den Magneteisensteinablagerungen, zu dem Speiskobalt, Schwefelkies ꝛc bekannt ist. Dahin gehören endlich die ungarischen Porphyre und noch viele andere, die mit denen in den Cordilleren die größte Aehnlichkeit haben.

Den Talkerdegesteinen scheint eine noch größere Metallbringungsfähigkeit inne zu wohnen, als den Thongesteinen. So scheinen die Serpentine aus dem Thale von Aosta sowohl Eisen, als auch Mangan zu enthalten und bisweilen ganze Nester von Erzen in sich zu führen, woraus offenbar hervorgeht, daß die Kraft, welche jene Felsarten auf die Erdoberfläche gesandt hat, zu gleicher Zeit die mit ihnen hinauftretenden Metalle an sich zog. Die Serpentine, Steatite und die Hornblende von Toscana stehen in denselben Beziehungen zu den Eisenerzlagerstätten, dem Kupferkies, dem Bleiglanze und der Blende, die einen

großen Theil jener abnormen Gesteine und der metamorphischen Felsarten durchsetzen.

Es scheint also dies häufige Vorkommen der Erze in der Nähe gewisser abnormer Gesteine des Porphyr- und Niederschlaggebirges als allgemein gültig angenommen werden zu können und man giebt daher den äußersten Gränzen jener Stellen des Niederschlagsgebirges, die durch das durchsetzende abnorme Gestein gänzlich metamorphisirt worden, den Namen: „Berührungsflächen" (plans de contact). Die feuerflüssigen Felsarten scheinen bei ihrem Empordringen den metallischen Substanzen den Weg gebahnt zu haben, die dieser Bewegung aus dem Mittelpunkte nach der Oberfläche folgten, die Spalten der gestörten Schichten anfüllten, in die Schichtungsflächen selbst hineindrangen, sich dort condensirten und in stehenden Stöcken anhäuften, mitunter aber auch in die horizontalen Absonderungsflächen eines geschichteten Gesteins hineindrangen und dort die liegenden Stockwerke erzeugten.

Die Nieren sind zwischen die Schichten des Gebirges gelagert, haben aber nicht das bestimmte Fortsetzen und Aushalten der wirklichen Gänge, zu denen sie einen Uebergang bilden. Wie die Gänge zeigen sie ein gewisses Streichen und Fallen, Hangendes und Liegendes sind indeß nicht parallel und die Natur der Gangmassen, ihre eigene Structur endlich lassen sie mehr zu den Stockwerksablagerungen als zu den Gängen rechnen.

Die stehenden und liegenden Stöcke, und die Nieren sind also als das unmittelbarste und kräftigste Resultat derselben Kraft anzusehen, die auch in die Gänge den Metallreichthum hineingebracht hat. In den Ersteren sind die Erze mehr auf einem Punkte zusammengehäuft, reicher und mächtiger; sie besitzen indeß nicht diese Ausdehnung, wie die Gänge, und es giebt mehr Beispiele von abgebauten Stockwerken, wie von abgebauten Gängen. Die Stockwerke endlich verlangen wegen ihres unregelmäßigen Verhaltens eine genauere und gründlichere Untersuchung, bevor man einen geordneten und rationellen Bau vorzurichten im Stande ist.

Die Eisenerzstöcke sind die mächtigsten, welche man bis jetzt gefunden hat. Das große Eisenerzlager von Traverselle in Piemont ist auf ungefähr 500 Meter weit nach dem Streichen und 400 Meter Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Magnet- und Rotheisensteinlager der Insel Elba haben wenigstens eine gleiche Mächtigkeit; in Schweden erreichen ähnliche Stockwerke 1000 Meter. Dergleichen Lagerstätten können fast unerschöpflich genannt werden. Leider ist es aber nicht überall so. In Chessy tritt ein Stockwerk in der Nähe des Porphyr-

granits in dem Thon und Liassandstein auf, das Kupfererze führt (Schwefelkupfer, Kohlensaures Kupfer, Kupferoxydul), das nach einem mehrjährigen Betriebe völlig abgebaut war. Die Zinnstöcke von Altenberg, Geyer und Zinnwald können trotz ihrer ungeheuren Mächtigkeit nur eine geringe Menge wegen des unregelmäßigen Brechens der Erze produciren. Die Kupfererzstöcke von Fahlun und Dalekarlien und die Nieren in Toscana haben gleich vielen Anderen Zeichen des Aermerwerdens gegeben. Es ist also von einer gewissen Wichtigkeit, die Lagerungs- und Zusammensetzungsverhältnisse der Stockwerke oder mit anderen Worten die Erscheinungen zu studiren, welche bei deren Ursprung obgewaltet haben mögen, um daraus die nöthigen praktischen Folgerungen für den Bergbau zu ziehen.

Ursprungstheorie der Erzlagerstätten.

Bei den Bemerkungen, die wir über das regelmäßige Vorkommen der Erze in Gängen und die unregelmäßigen Lagerstätten wie die Stockwerke gegeben haben, erwähnten wir zugleich, welchen Ursprung man für die krystallinischen metallischen Substanzen annehmen könne. Diese Bemerkungen indeß bedürfen noch einer gründlicheren Erläuterung, um die Ansichten hierüber mit größerer Klarheit fest zu stellen und dem Bergmann das nöthige Vertrauen zur Aufnahme von Bauten einzuflößen, welche in größere Teufe niedergehen sollen.

Die metallischen Substanzen verdanken ihren Ursprung wie jede andere, die Erdrinde zusammensetzende Gesteinsart, nothwendigerweise einer der zwei erzeugenden Kräfte, von denen die eine aus dem Mittelpunkte nach der Oberfläche wirkte und die krystallinischen Gesteine hervorrief, die andere aber auf der Erdoberfläche selbst thätig war und die dichten oder erdigen Felsarten erzeugte. Sucht man a priori zu bestimmen, welchem dieser beiden Principe die krystallinischen Erze und Gangmassen zugeschrieben werden müssen, so ist man durch mineralogische Analogien zuerst geneigt, die Gangausfüllungen von einer vulcanischen Thätigkeit herzuleiten. Die gewöhnlich krystallinische Textur der Erze, die symmetrische Structur der Gänge widerspricht einer jeglichen Vorstellung, die man sich von einer niederschlagenden Thätigkeit machen kann; ferner findet man in dem geschichteten Gebirge keine metallische Substanz, mit Ausnahme des Eisens, und von diesem selbst haben wir gesehen, daß sein Vorkommen localen Ursachen zugeschrieben werden muß, und wirklich nur aus solchen Einflüssen resultirte, die aus dem Centrum nach der Erdoberfläche wirkten. In den abnormen Gebirgen hingegen findet man nicht selten mehr oder weniger zusam-

mengehäufte Erze, die offenbar gleichzeitigen Ursprunges mit den emporgedrungenen Felsarten sind und einen integrirenden Theil jener bilden. Das Titaneisen in den Basalten, das Gold und Platin in gewissen Porphyren, die Kupfererze und Magneteisensteine in dem Serpentin, sind sprechende Beweise der großen Uebereinstimmung des Erzvorkommens mit dem Empordringen der abnormen Gesteine. Die noch thätigen Vulcane selbst unterstützen diese Ansicht, denn es erzeugen fast sich alle jene Sublimationen von Eisenoxyd, Chlorkupfer, Schwefel-Arsenik zu gewissen Zeiten in dem Krater des Vesuvs.

Versucht man nun diese Analogien unter einander zu ordnen, so wird man auf noch überraschendere Uebereinstimmungen stoßen. Man fand in der That, daß die Hypothese vorhanden gewesener Spalten schon durch die alleinige Prüfung der Gänge dargethan wird, und zwar wird man hierzu durch die Beobachtung der Absonderungsflächen des Nebengesteins und der Beziehungen der Gänge unter sich geführt werden, und hieraus erklären können, wie die Gänge beim Durchsetzen von in Zusammensetzung und Alter verschiedenen Formationen, sich in dem harten und dichten Gesteine nett absondern, in dem Schiefergebirge zertrümmern und sich in eine Menge von Spalten verästeln, sobald sie in ein zerklüftetes Gestein kommen, wie sie ferner in dem geschichteten Gebirge sich plötzlich auskeilen.

Die Entstehung dieser Spalten kann nur dynamischen Wirkungen zugeschrieben werden. Diese Annahme bestätigt sich bis zur Gewißheit durch die Beziehungen, welche zwischen den Gängen und den Verwerfungen der Gebirgsschichten, die eben durch dynamische Wirkungen hervorgebracht wurden, bestehen. In der historischen Zeit haben die Erdbeben der neuen Welt ungeheure Längenspalten hervorgebracht, die man auf mehrere Meilen verfolgen kann und deren Breite 3—4 Met. beträgt. Diese Spalten füllen sich mit Trümmern und Bruchstücken an, und sind mitunter sehr tief. (Ueber einer derselben erbaute man die erste Hängebrücke mit Seilen). Es sind dies wirkliche Gangspalten. In den meisten Fällen war mit der Bildung einer Spalte an der Oberfläche aber auch die Verbindung derselben mit dem Innern der Erde verknüpft.

Werner glaubte, daß die Gangspalten sich erst nach dem Niederschlage der Gebirge gebildet hätten, und zwar seien sie durch eine Zusammenziehung oder Austrocknung, durch ein Festerwerden der Masse also, oder durch eine Hebung und Senkung der Oberfläche erzeugt worden. Er glaubte ferner, daß diese Spalten von oben nach unten ausgefüllt worden, und zwar durch wässrige Auflösungen verschiedener

Natur, die auf die Spaltenwände die metallischen Substanzen niederschlugen, während von außen die vollständige Ausfüllung der Gangspalte bewirkt wurde. Die verschiedene Beschaffenheit der Gangmassen von den auf der Oberfläche vorkommenden Gesteinen erklärt er also, daß die Wasser in jenen tiefen Spalten bei weitem ruhiger, als auf der Oberfläche standen, weshalb die Niederschläge viel reiner und krystallinischer in den Gängen, mithin von denen der Oberfläche verschieden sein mußten. Diese Ansichten wurden von der Freiberger Schule angenommen und lange Zeit überall verehrt, weil sie viel unbestimmt ließen und das Unerklärte nicht anstößig war, so lange noch größere Ungewißheiten über die Bildungsart der Gebirge existirten. Als man aber die Erscheinungen der Jetztzeit ins Auge faßte, als Chemie und Mineralogie zur Hilfe des Geologen gerufen wurden, war man mit einer größeren Gewißheit die Zusammensetzung der Erdrinde und deren Bildung zu beurtheilen im Stande, und erkannte, wie ein Theil der Werner'schen Hypothesen mit den geognostischen Thatsachen unvereinbar sei. Wie konnte man in der That annehmen, daß die Wasser mit metallischen Elementen geschwängert waren, da diese sich auf der Oberfläche gar nicht vorfanden? Und wenn jene Elemente auch wirklich vorhanden, wie durfte man erklären, daß sie einzig und allein in den Gangspalten sich abgelagert hatten, während man von ihnen keine Spur in den Kalk-, Quarz- und Thonschichten sieht, die sich zu derselben Zeit und in denselben Gegenden niederschlugen? Herr Daubuisson, Werner's Schüler und einer der Gründer der Geognosie Frankreichs, deutete zuerst auf jene Anomalien hin, und gab seine Zweifel darüber zu erkennen: „Wenn ich, sagt er, ein Gebirge von 100 Lieues Ausdehnung betrachte, das einzig und allein aus Sandstein und Grauwacke zusammengesetzt ist, und in dem Bleiglanz und krystallinische Quarzgänge aufsetzten; wenn ich auf einem ebenso großen Gebirge, das indeß aus Gneiß besteht, das Ausgehende einer Menge von Silbererz- und Spathgängen sehe, ohne von diesen Substanzen in der Gebirgsmasse selbst auch nur eine Spur zu entdecken, so fällt es mir schwer, zu glauben, daß diese Gänge aus einer wässrigen Auflösung angefüllt worden, die das ganze Gebirge bedeckend, in die Spalten eindrang, und dort die Materien, mit denen sie geschwängert war, absetzte. Hätte sie wohl diese Niederschläge nur in den Spalten abgesetzt, oder hätte sie Gneiß an der Oberfläche und silberhaltigen Spath in den Gängen ablagern können? Man begreift gewiß, wie ein Niederschlag, der sich mit großer Ruhe gebildet hat, auch ein mehr krystallinisches Produkt liefern konnte, aber nicht, wie sich ein ganz fremd-

artiger Körper, Quarz, Feldspath und Glimmer z. B. an einer Stelle abzulagern im Stande war, während an einer anderen Bleiglanz und Schwerspath niederfielen."

Verwirft man so die Annahme, daß die Gänge auf nassem Wege gebildet seien, so ist man durch die vorhin angeführten Analogien genöthigt, deren vulcanische Erzeugung zu bestätigen, da es überhaupt nur diese zwei Entstehungsarten für alles Gestein giebt. Man kann indessen nicht von vorn herein annehmen, daß die Erzgänge ausschließlich feurigen Ursprungs wären. Man findet nämlich Trümmer des Hangenden und Liegenden, Conglomerate der höher belegenen Gebirgsformationen in den Gängen, die hier nur durch das Wasser hineingeschafft sein können. Die metallischen Substanzen erscheinen in einem Gange öfters nur wie ein Bindemittel der Dach- und Sohlgesteintrümmer oder anderer Gesteinsbruchstücke, die von oben hineingekommen sind, und dem Ganzen das Aussehen eines unförmlichen Conglomerats geben. Die metallischen Substanzen selbst aber, die krystallinischen und durchaus charakteristischen Gangmassen, wie der Schwerspath, der Flußspath, Bitterspath ꝛc. können nur durch eine Kraft dorthin gekommen sein, deren Hauptsitz unterhalb der fest gewordenen Schichten der Erdrinde zu suchen ist.

In den Gegenden bewährt sich dieser Ursprung ganz ins Besondere, wo das Vorkommen der Erze in unregelmäßigen Lagerstätten offenbar mit den emporgedrungenen abnormen Gesteinen und den metamorphisirten Schichten des Niederschlagsgebirges im Zusammenhange steht. Die erzführende Gebirgskette von Toscana, die sich an der mittelländischen Meeresküste von den Bergen von Spezzia bis zum Monte-Argentario hinzieht, giebt in dieser Beziehung die mannichfachsten und überzeugendsten Beispiele.

Diese Bergkette läuft mit der Küste parallel und dehnt sich nach der Breite bis jenseits Siena und Florenz aus. Es erheben sich aus ihr eine Menge von Kuppen, die unter sich fast gleiche Höhe haben, so daß man in diesem Gebirge keine Hauptaxe nachweisen kann, und man dasselbe als eine Menge von nebeneinander gestellten Bergen betrachten muß, unter denen man im ersten Augenblicke sehr schwer den Centralerhebungspunkt herausfinden kann. Die hauptsächlichsten Höhen erhielten besondere Namen, von welchen wir folgende anführen: Montieri, Monte-Castelli, Monte-Calvi, die Insel Elba und Monte-Argentario ꝛc.

Die Herren Brongniart, Savy, Collegno ꝛc. haben dieses Gebirge hinter einander durchforscht und gefunden, daß es hauptsächlich aus

dem Jura, der fast auf allen Punkten krystallinisch geworden ist (Carrarischer Marmor), ferner aus dem Kalke (Albe rese), dem Schiefer (galestro), den Sandsteingebilden (macignos) und der Kreideformation zusammengesetzt ist. Ueber diesen Formationen lagern an einzelnen Punkten tertiäre Schichten (Mattajone), die in Becken vorkommen, oder mächtige Alluvialgebilde, die namentlich in den Thälern, welche sich von den Apenninen aus herziehen, angehäuft sind. Die ältesten Gebilde ruhen öfters auf den halbkrystallinischen Schieferschichten (Verrucano), die den Charakter des Uebergangsschiefer tragen, in den meisten Fällen aber einer jüngeren Zeit angehören.

Der größere Theil der geschichteten Gebirge, die zum Jura nnd der Kreide gehören, stechen durchaus von den abnormen Felsarten ab, mit denen sie an vielen Punkten durchsetzt sind. Man kann so bei dieser Formation besser als irgendwo anders den metamorphisirenden Einfluß der Serpentine und Feldspathfelsen ermessen. Hier trat dieser Einfluß mit der größten Energie auf. Neben den emporgedrungenen Gesteinen ging der Kalk in Marmor und Dolomit über, quarzige Sandsteingebilde verwandelten sich in rothen Jaspis (gabbro rosso), körniger Schiefer in krystallinischen. Diese Umwandlungen treten plötzlich und scharf markirt auf, so daß man sie schon seit langer Zeit kennt und Herr Fournet noch kürzlich sehr treffend darüber bemerkt, wie der Einfluß des feuerflüssigen Zustandes emporgedrungener Felsarten sich nirgends so allgemein und so nahe an der Erdoberfläche geäußert habe.

In diesem Gebirgszuge treten eine Menge von Erzlagerstätten auf, von denen besonders die folgenden zu bemerken sind: die Eisenglanzstockwerke auf der Insel Elba, zu Monte valerio und Bocchegiano. Die geschichteten Quarzlager, die in dem Kreidegebirge vorkommen und von Kupferkies, Fahlerz und Bleiglanz begleitet sind (Montieri, Serra Bottini, L'Accesa); ferner die unregelmäßigen Gänge und Stockwerke von Eisenoxyd, Schwefel und Kupferkies, Blende und Bleiglanz, mit Hornblende und Yenit (Gänge von Campigliese oder in dem Serpentin von Monte Cattini, Monte Vaso, Monte Nero, Rocca-Tederighi).

Alle diese Lagerstätten jener metallischen Reviere sind mehr wegen ihrer Ausdehnung als wegen ihres Reichthums merkwürdig. Im östlichen Theile der Insel Elba auf der Halbinsel von Piombino, zu Campigliese und Massetano trifft man bei jedem Schritte auf das Ausgehende von Erzgängen. Nirgends ist ein so inniger Zusammenhang zwischen den abnormen Gesteinen und den Erzlagerstätten, nicht sowohl in Rücksicht der Lagerung selbst als auch der Form und Zusam-

mensetzung zu erblicken, wovon einige Beispiele noch Näheres angeben werden.

Die Insel Elba ist wegen ihrer Eisenerze seit undenklichen Zeiten sehr berühmt und begreift zwei von einander sehr verschiedene Gruppen. Der Monte Campana ist das Centrum des westlichen Theiles und bildet eine kegelförmige Gruppe von Bergen, die fast ausschließlich aus Feldspath bestehen, welche das Niederschlagsgebirge durchsetzt und überlagert haben. Es kommen mit diesem Gestein alle möglichen Arten von Feldspath vor. Gewöhnlich trifft man den quarzführenden Porphyr, auf mehreren Punkten indeß ein granitisches Gestein und auf einzelnen anderen den Trachyt. Diese Porphyrgebilde, die man im Grunde nur als Varietäten einer einzigen Gesteinsart betrachten kann, treten auf dem Continent gleichfalls an vielen Stellen der Gebirgskette auf und gehören zu den jüngsten Bildungen, da sie nicht nur den Jura und die Kreide, sondern auch den Serpentin durchsetzen, der noch über jene gelagert ist. Sie scheinen an mehreren Stellen die tertiären Schichten gestört und ihnen jenes krystallinische Gefüge gegeben zu haben, wodurch sie eben das Aussehen von Uebergangsgebirg erhielten; vielleicht rührt die Borarsäure von Toscana auch von dem Empordringen der jüngsten Turmalinhaltigen Porphyre her. Auf keinem Punkte konnte man indeß einen Zusammenhang der Gesteine mit der Erzlagerstätte nachweisen; die ganze Gruppe von Monte Campana ist erzleer.

Die Erzlagerstätten der Insel Elba sind mit dem Serpentin in dem östlichen Theile der Insel concentrirt. Die Schichten des Niederschlagsgebirges sind hier zwar gleichfalls metamorphisirt; der Metamorphismus trägt indeß durch das häufige Vorkommen des gabbro rosso und des Gemenges der verschiedenen Gebirgsschichten mit dem Serpentin einen eigenthümlichen Charakter. Durch dieses Gemenge wird ein Marmor gebildet, der dem Pyrenäen-Marmor gleicht, und ferner mehrere thonige Gabbros von rother und grüner Farbe mit mandelförmiger Structur.

Das Rotheisenstein- und Eisenglanzlager, das bei Rio abgebaut wird, liegt in den Schieferschichten, die durch die Berge von St. Catharina in die Höhe gehoben wurden. Diese ganze Berggruppe besteht aus Serpentinmassen und zwar so, daß jenes mächtige Erzlager als ein wirkliches Stockwerk zu betrachten ist. Wenn man die krystallinische Beschaffenheit dieser Lagerstätten, die vielen Ausläufer derselben in die metamorphisirten Schichten des Nebengesteins beobachtet, so wird man unwillkürlich zu der Idee geführt, daß metallische Substan-

zen in einem feuerflüssigen Zustande emporgedrungen sind, und sich durch die Schichten hindurch sublimirt haben; eine genauere Untersuchung zeigt, daß dies unter einer sehr beträchtlichen Hitze und starken Pressung vor sich gegangen sein muß.

Das begleitende Gestein der Erze variirt mit den Gebirgsschichten, welche sie durchsetzen; im Quarze besteht es aus krystallinischem Quarz, in den Kalkschichten aus Strahlstein und Yenit. Das einschließende Gestein hat also offenbar einen Theil der Elemente, aus denen das begleitende Gestein besteht, geliefert. Dieser Umtausch der Molecüle, die krystallinische Beschaffenheit der Lager, die nicht älter sein können, als der Jura, bestätigen eine Reihe von Erscheinungen, welche nur einem energischen Einflusse des Feuers zugeschrieben werden können.

Das Magnet- und Brauneisensteinstockwerk vom Cap Calamita läßt hierüber keinen Zweifel. Dieses Stockwerk ist bei weitem mächtiger, als das von Rio und in einem der Hauptgebirgszüge jener Insel eingelagert. Das Gebirge von Calamita wurde durch eine Erhebung des geschichteten Gebirges gebildet, die sich bis zu dem Thale von Porto-Longone de Capolivieri ausdehnt, so daß die Meeresküste einen Durchschnitt der gehobenen Schichten darbietet, wie dies die beiliegende Abbildung näher zeigt. Die Hauptmasse besteht aus Magnet- und Brauneisenstein. Die in das Meer hineinreichenden Felspartien bestehen aus Kalk- und krystallinischen Schieferarten; an den Contactstellen des Erzes mit dem geschichteten Gebirge bemerkt man besonders eine Lage von weißem, körnigem Dolomit, dessen eigenthümliche Beschaffenheit die Störungen der Schichten auf die evidenteste Weise bekundet. Diese Dolomitschicht ist gewunden und bildet einen ungeheuren Sattel von 100 Meter Höhe (Fig. 27.).

Nach der Beschaffenheit des Terrains kann man nicht länger zweifeln, daß die Eisenerze die Rolle eines eruptiven Gesteins gespielt haben, und daß die zahlreichen Beweise des Metamorphismus, welche durch die geschichteten Gesteine geliefert werden, [illegible] den Erscheinungen zuzuschreiben sind, die sie begleitet haben. Die am meisten hervorstechende Schicht ist die mit dem Erze in Berührung stehende Kalkschicht, auf der die Lager des Verrucano liegen, welche den Gipfel des Vorgebirges bilden. Jene Kalkschicht ist auf fast allen Punkten in dichten oder körnigen Zuckerdolomit umgeändert; mitunter trifft man in seinen Spalten krystallinischen Magneteisenstein und Kupfererzinfiltrationen an, die ihn grünlich färben; mitunter bildet sich auch an den Contactflächen eine Lage von Hornblende mit Kalkbasis und Yenit, die offenbar durch die Berührung der abnormen Massen mit

Fig. 27.

Ans. Burat del.

Ansicht des Magneteisensteinstockwerks am Vorgebirge Calamita auf der Insel Elba

dem Kalke entstanden ist. Die ganze Masse drängt sich gleich einem Keile zwischen die Kalk- und Schieferschichten, und zeigt an ihren Gränzen auf allen Punkten die deutlichsten Phänomene des Metamorphismus. Der Kern der Lagerstätte wird hingegen von compactem und äußerst festem Magneteisenstein gebildet; an dem Rande ist das magnetische Erz mit Brauneisenstein gemengt, und bildet mit ihm ein Conglomerat, das aus den Erzen und Trümmern des benachbarten Gesteins zusammengesetzt ist. Die Nähe des Kalk- oder Schiefergesteins, welches von den Erzmassen mitunter eingeschlossen wird, giebt sich durch das Auftreten von wellenförmigen Hornblenden und Yenitschichten kund; wie denn überhaupt das Ganze in dieser Weise geschichtet ist und aus concentrischen übereinander gelagerten Massen besteht.

Es bedarf der ganzen Intensität und Klarheit, mit der sich diese Charaktere zeigen, um annehmen zu können, daß die metallischen Substanzen, gleich den Felsarten im feuerflüssigen Zustande, emporgedrungen sind und eine ungeheure Hitze, einen Druck und eine sehr große metamorphisirende Gewalt ausgeübt haben. Ist dies aber einmal bestätigt, so finden wir darin den Schlüssel zur Erklärung einer Menge von Eigenschaften der Erzlagerstätten. Bei dem Cap Calamita z. B. steht der Felsen von Punta Rossa, der als eine Säule anzusehen, die aus dem Innern der Erde emporgedrungen und aus verschieden oxydirten Eisenmassen zusammengesetzt ist. Diese Eruption hat offenbar in der Art des Empordringens gewisser basaltischer Dykes stattgefunden. Um die Eisensteinsmasse herum zeigen die Schichten neue metamorphische Phänomene. Der Gyps, der Pechopal ꝛc. thun kund, wie diese Erscheinungen auf jedem Schritte sich verändern müssen und sich nicht allein nach der Beschaffenheit der eruptiven Substanzen, sondern noch mehr nach der Zusammensetzung der durchsetzten Gebirgsschichten richten.

Die Erzlager auf dem Continente bieten nicht weniger charakteristische Verhältnisse dar; man baut auf einer Menge von Stockwerken, die so innig mit dem Serpentin gemengt sind, daß sie mit ihm eine Masse zu bilden scheinen. Das im Bau begriffene Lager von Monte Cattini zeigt die Form eines unregelmäßigen Ganges, dessen Mächtigkeit von 1—3 und 4 Meter variirt. Die Gangmasse besteht aus talkigem Thon oder einem veränderten Serpentin, in dem Nieren von Kupferkies, Fahlerz ꝛc. vorkommen. Diese Nieren sind eben nicht regelmäßig eingelagert, wurden aber bis jetzt noch immer angetroffen; bisweilen scheinen sie auf dem Liegenden, das ein Fallen von 45° hat, abgelagert zu sein, wo dann das Liegende eine ebene Fläche bildet,

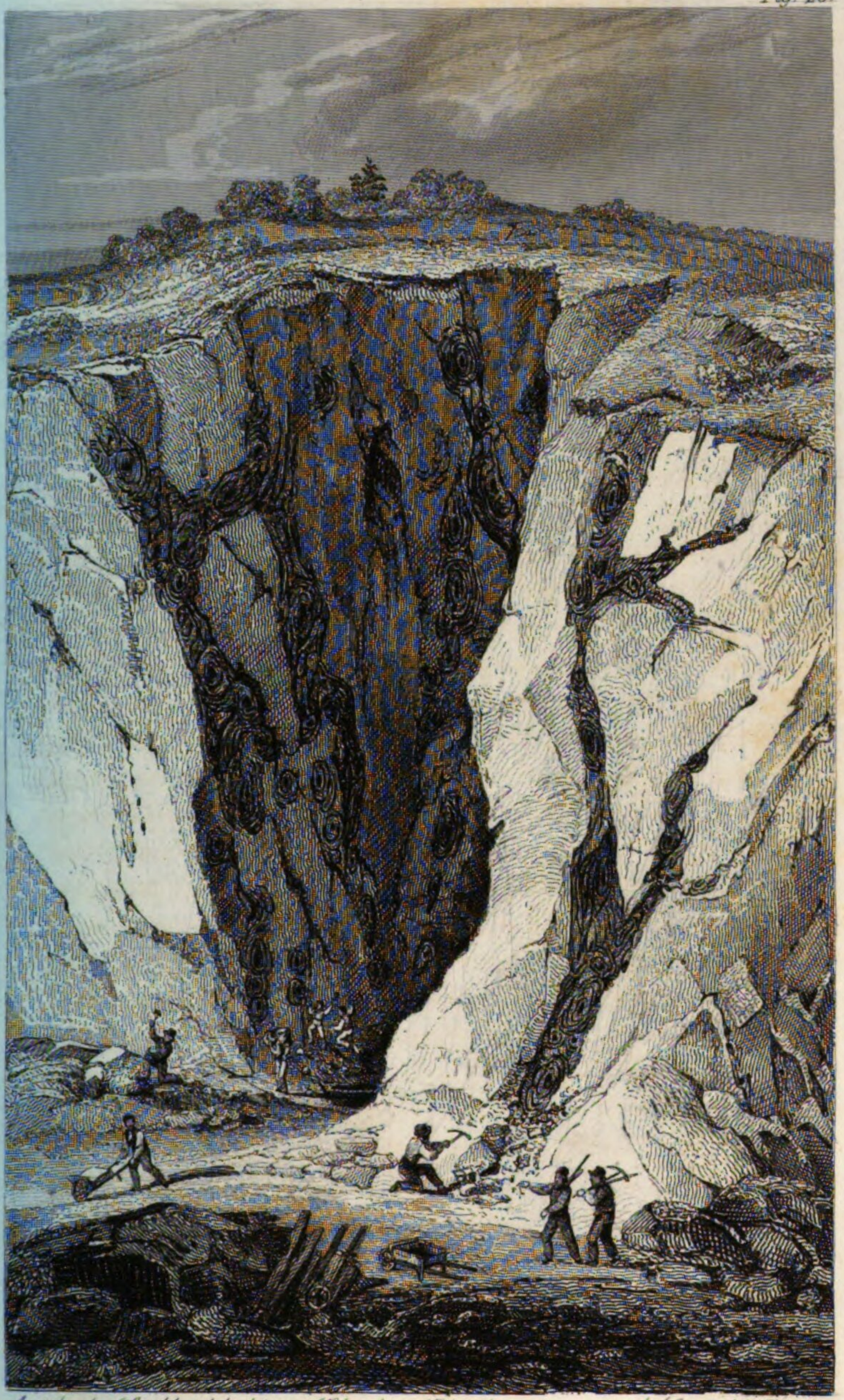
während das Hangende sich darüber gewölbt hat. Die talkige Gangmasse ist so von metallischen Substanzen durchdrungen, daß man durch eine Aufbereitung Kupferkiesschlich daraus gewinnt, — kurz dieser Gang scheint ein wirkliches Stockwerk zu sein, das sich zwischen dem Serpentin und dem Gabbro rosso eingekeilt hat.

Das Lager von Monte-Cattini ist sehr reich und es wird aus ihm jährlich ein sehr bedeutendes Quantum Erze gefördert; außer demselben giebt es noch sehr viele ähnliche, wenn auch nicht so reiche Lagerstätten. Die von Monte-Vaso bietet dieselben Verhältnisse dar. Bei Rocca Tederighi nnd bei Monte-Nero hat man wirkliche Stockwerke aufgefunden, die neben dem Serpentinfels auftraten, sich, wie er, verästeln und mit den Trümmern ihrer eigenen Massen nebst Kupferkies, in Nieren, Adern und kleinen Theilchen angefüllt sind. Die Idee, welche sich uns bei dem Durchforschen dieser Lagerstätten aufdrängt, ist offenbar die, daß die letzteren sich durch metallische Ausbrüche, die den Eruptionen von Serpentinmassen unmittelbar gefolgt sind, und sich in den durch den Zurückzug derselben Massen in das durchsetzte Gestein erzeugten Spalten concentrirten, gebildet haben. Das begleitende Gestein ist der Serpentin selbst.

Die Prüfung der Form und Beschaffenheit der metallischen Substanzen kommt dieser Theorie zu Hilfe. Wenn diese Substanzen in Theilchen und Adern in der Gangmasse vertheilt sind, so befinden sie sich stets in dem Zustande von Kupferkies, welcher in gewisser Weise das Normal-Kupfererz, und in dieser Gestalt aus dem Innern der Erde hervorgedrungen zu sein scheint. Wenn hingegen das Erz in den Nieren oder Nestern bricht, so befindet es sich in dem Zustande von Buntkupfererz (cuivre panaché); diese Verbindung rührt aber von dem längeren Einflusse der Wärme auf den Kupferkies her. Wenn man eine bedeutende Menge von Gangmassen, die den Kupferkies eingesprengt enthalten, bei irgend einem Hüttenprocesse der Einwirkung des Feuers aussetzt und diese Masse in einem breiigen Zustande erhält, so wird hierdurch der Austausch der einzelnen Molecüle bewirkt und die metallischen Substanzen sondern sich in Kugeln und Mandeln ab, während dem der Kupferkies auf Buntkupfererz zurückgeführt wird. Etwas Aehnliches scheint in den Gängen vorgegangen zu sein und dadurch jene Nester hervorgerufen zu haben, die sich mehr gegen das Liegende als gegen das Hangende hin vorfinden, wie wenn schon ein Anfang der Schmelzung all der Stoffe, die den Gang ausfüllten, stattgefunden hätte.

Die Campigliese liefert das Beispiel einer dritten Art Vorkom-

Fig. 28.



Ansicht der Hornblendehaltigen Blende u. Bleiglanzgänge von la Cava del Piombo in der Campigliese von Toscana.

men, welches man Stockwerksgänge nennen könnte. Auf der Oberfläche dieser Gegend bemerkt man an vielen Stellen das Ausgehende einer Menge von Gängen, die den Juramarmor und den Kalk oder Mergel der Kreide durchsetzen. Die meisten dieser Gangzüge streichen in der Richtung des hohen Gebirgskamms von Monte Calvi, in dem sie hauptsächlich eingelagert vorkommen, aber nicht wie wirkliche Gänge auf weite Strecken aushalten, sondern sich an vielen Punkten auskeilen, wie wenn diese Stoffe nur an einzelnen Stellen in ihrer Streichungsrichtung bis zur Erdoberfläche hätten emporbringen können. In der That sind dies keine wirklichen Gangspalten, sondern vielmehr wahre metallführende Dykes, die wie die Trappmassen durch das Gebirge emporgedrungen sind.

An den vielen Punkten, wo diese Gänge aufgeschlossen sind, zeigen sie das unregelmäßigste Verhalten. Sie haben weder ein bestimmtes Hangendes noch Liegendes, und verästeln sich nach allen Richtungen in dem Juramarmor oder Kreidemergel, den sie durchsetzen, durchdringen und so verändern, daß hierdurch ein ganz anderes Gebilde erzeugt wird.

Die Gangmasse dieser Gänge besteht aus dichtem oder erdigem manganhaltigem Brauneisenstein, aus Yenit und besonders aus grüner oder gelber Hornblende mit Talk und Kalkbasis, deren langgezogene Nadeln aus einem Mittelpunkte nach dem Umkreise gehen, und so dem Ganzen das Aussehen einer strahlenförmigen Gruppirung geben. Den Mittelpunkt dieser strahlenförmigen Nieren bilden nun das Erz, der Kupferkies, die Blende oder der Bleiglanz, die in ringförmigen Streifen vorkommen, so daß über den gleichzeitigen Ursprung derselben mit der Gangmasse kein Zweifel obwalten kann.

Die Fig. 28. stellt den Tagebau von La cava del Piombo dar. Sie zeigt sowohl das Vorkommen der Erze im Großen als auch die Beschaffenheit der eingelagerten Nieren. Die Theile, welche nicht jene radienförmige Structur haben, sind mit durcheinander gruppirten und von Erz imprägnirten Hornblendenadeln oder von dichtem und erdigem Brauneisenstein, oder endlich mit Kalk ausgefüllt.

Alle Gänge der Campigliese zeigen dieselben Eigenschaften, was man an vielen Punkten, wo Tagebaue stattfinden, bestätiget findet, nur die darin vorkommenden Mineralien variiren sehr häufig. Der Bleiglanz, die Blende, der Kupfer- und Schwefelkies, substituiren sich gegenseitig, so daß man den wahren Gehalt der Gänge, außer an den Stellen, wo man arbeitet, niemals bestimmen kann. Ueberall zeigen indeß ohne Frage diese metallischen Substanzen einen gleichzeitigen Ursprung mit den Gangmassen, und bilden mit ihnen wirkliche Dykes,

die durch das geschichtete Gebirge emporgedrungen sind, gewisse Richtungen angenommen haben, aber kein Ganzes zeigen, jedoch so nahe neben einander vorkommen, daß sie leicht aufgefunden werden können. Diese Eruptionen sind aber nicht nur unter sich, sondern auch mit den charakteristischen Erhebungen des Erdbodens und den Kämmen des Küstengebirges parallel.

Aus dieser kurzen Uebersicht der Erzlagerstätten von Toscana ergiebt sich auf das klarste, daß die krystallinischen Erze in den oxydirten und geschwefelten Zustand durch die Abkühlung unseres Erdkörpers gebracht worden sind. Durch Analogien wird man nöthigerweise dahin geleitet werden, den Lagerstätten einen ähnlichen Ursprung zuzuschreiben, deren Form bis jetzt noch nicht erklärt werden konnte. Wenn man also dieselben Erze, in den schwachen aber regelmäßig gelagerten Flötzen, wie in den Kupferschieferflötzen von Thüringen oder in denen von Montieri und Massetano vorfindet, wird es da nicht wahrscheinlich sein, daß diese Erze denselben Ursprung haben und durch ähnliche Kräfte Lager an ihre Stellen geführt worden sind? Diese Kräfte können übrigens gleichzeitig mit der Bildung des Gebirges oder nachher gewirkt haben, gleichzeitig, wenn sie in die Niederschlagswasser ihre Producte sandten, wie das im Mannsfeldschen wahrscheinlich ist, — später, — wenn die metallischen Eruptionen den Absonderungsflächen der Schichten folgten und einzelne der letzteren metamorphisirten, wie dies bei den quarzigen von Massetano sehr wahrscheinlich ist.

Wir brauchen wohl nicht auf die Wichtigkeit einer solchen Erforschung des Ursprungs der Lagerstätten für die Praxis aufmerksam zu machen. Alle bergmännischen Untersuchungen, richten sie sich nicht nach dem Verhalten der Lagerstätten? Diese aber, sie mögen Gangspalten, liegende oder stehende Stöcke oder Butzenwerke sein, können nur durch specielles Studium ihrer Form, ihrer Zusammensetzung und der Verhältnisse des einschließenden Gebirges gehörig erkannt werden. Eine solche Forschung muß aber, sobald sie die Vorrichtung von Grubenbetrieben zum Zwecke hat, auf eine Vergleichung ähnlicher im Bau begriffener und gut gekannter Lagerstätten begründet sein; wir werden also in dem folgenden Capitel die hauptsächlichsten Verhältnisse der metallischen Reviere, die heute am meisten zur Metallproduction beitragen, auseinander zu setzen suchen.

Sechstes Capitel.

Beschreibung der metallischen Bergdistricte.

Die Erze der einzelnen Metalle kommen nicht in der Natur ohne Ordnung untereinander gemengt vor, sondern treten entweder einzeln auf, oder in solchen Verbindungen, deren Erzeugung bestimmten Gesetzen unterworfen gewesen zu sein scheint.

Sehr selten tritt in einer Gegend ein Erz allein auf, sondern man kann fast überall verschiedene Erze und Erzgruppen nachweisen, die in einzelnen auf einander folgenden Perioden gebildet wurden. Diese Unterschiede, die in jedem District vorhanden sind, zeigen, wenn man sie mit einander vergleicht, daß es eine geognostische Ordnung in diesen Erscheinungen giebt, und einst wird die Wissenschaft auch hierüber noch größere Klarheit verbreiten, denn bis jetzt konnten in dieser Beziehung nur Andeutungen gegeben werden.

Eine derartige Eintheilung beruht übrigens auf ähnlichen Thatsachen, als die sind, welche uns die Mineralmassen, aus denen die Reihe der vulcanischen Gebirgsarten besteht, darbieten. Auch diese können in ihrer geologischen Aufeinanderfolge noch nicht mit Bestimmtheit classificirt werden, und dennoch konnte man aus ihrer Untersuchung sehr nützliche Schlüsse auf das Alter der aus ihnen gebildeten Gebirge ziehen.

Der Feldspath gehört z. B. der ganzen Reihe von Felsarten vom ältesten Granit bis zur jüngsten Lava an; er erleidet nur einzelne Veränderungen in seinen Eigenschaften und in einem seiner Bestandtheile. Die Eisenerze zeigen uns etwas Aehnliches, sie stammen aus allen geologischen Perioden, und dienen den übrigen Erzen sehr häufig als Gangmasse, wie auch der Feldspath u. s. w. So kann man denn für die Eisenerze eine Classification nicht anders bilden, als mit Rücksicht auf ihre Zusammensetzung; so findet man, daß die Vorkommen

des kohlensauren Eisens im Allgemeinen aus einer älteren Epoche, als die des oxydirten herstammen.

Der Quarz findet sich in den ältesten krystallinischen Felsmassen. Von den Graniten zu den Porphyren und Trachyten findet eine allmählige Quarzabnahme statt, und so kann man nicht ohne Grund feststellen, daß eine Felsart um so älter sei, je mehr Quarz sie enthält. Dasselbe findet mit dem Glimmer statt. Bei den Erzen zeigen sich ähnliche Erscheinungen. Das Zinn- und Wolframoxyd sind gewiß sehr alte Erze, und ihre Lagerstätten sind auch immer älter als die der übrigen Erze.

Um nun die Parallele zwischen den abnormen Felsarten und den Erzen weiter fortzusetzen, so findet man bei den ersteren dieselben Beispiele von Affinität und Repulsion, wie bei den letzteren. Der Pyroxen und Amphibol, der Feldspath und Peridot kommen niemals zusammen vor, wohl aber besitzt der Peridot eine ungemeine Neigung zu dem Pyroxen, der Schwefelkies zu dem gediegenen Golde, der Bleiglanz zu dem Schwefelsilber, das Eisenerz zu dem Mangan und Titan, das Kobalterz zu dem Nickel; andere Erze wiederum scheinen zu den übrigen durchaus keine Verwandtschaft zu besitzen, kommen deshalb fast immer allein vor, wie dies z. B. mit dem Zinnober, dem Galmei und dem Platin der Fall ist.

Folgt man nun einem solchen Ideengange, so findet man, daß es für die Erze fast ebenso viel Eintheilungen, als für die krystallinischen Bestandtheile der abnormen Felsarten giebt. Es bleibt indeß immer eine schwierige Aufgabe, etwas Positives hierüber aufzustellen, und dies besonders deshalb, weil die Beobachtungen an entfernten und in Zusammensetzung wie im Alter verschiedenen Gebirgsgegenden angestellt, mit einander zu vergleichen, unmöglich sind.

Bis jetzt sind die in den einzelnen Bergbaudistricten gesammelten Beobachtungen noch in zu geringer Anzahl vorhanden, als daß man daraus eine Classification der Erze rücksichtlich der Zeit ihres Ursprungs entwerfen könnte. Wir wollen uns deshalb auf die Erwähnung der beobachteten Thatsachen in den einzelnen Bergwerksrevieren beschränken, welche letztere wir wiederum in Rücksicht auf die Größe ihrer Production nach einander aufzuzählen gedenken (S. 6.).

Metallische Districte von England.

Seit dem dreizehnten Jahrhundert steht England an der Spitze der europäischen Production. Es verdankt seinen Rang dem Besitz zweier metallischen Reviere, die in Cornwall und Cumberland belegen

sind, und dem mächtigen Aufschwung seines Grubenbetriebes, der durch das wohlfeile Brennmaterial und den industriellen Geist des Volkes ganz insbesondere unterstützt wird. Wales ist heute das Centrum, wo nicht nur der größte Theil der in ganz England gewonnenen Erze sondern auch Erze von Toscana, Cuba und Chili eingeführt und verschmolzen werden.

Cornwall allein liefert alles Zinn und $\frac{7}{8}$ des in England producirten Kupfers ꝛc. Das hügelige und unfruchtbare Land dieser Provinz besteht fast gänzlich aus Uebergangsschiefer, der an einzelnen Stellen von Granit und Porphyr durchbrochen wird. Das Cornienge-birge besteht aus einer Reihe abgerundeter Granithügel, deren Höhe nicht 3—400 Meter der Meeresfläche übersteigt. An den höchsten Granitkuppen lagert sich der Thonschiefer an, der in Talk- und Hornblendeschiefer übergeht, und im letzteren Falle den Namen Killas führt. Dies sind die einzigen zu Tage gehenden Felsmassen, die nur mitunter noch von Porphyren durchbrochen welche mit dem Namen elvan bezeichnet werden. Das erzführende Gebirge besteht also aus dem Granit, dem elvan und Killas. Die Zinnerzgänge, welche den wahren Reichthum des Landes bilden, setzen bei Truro auf; in dem nordöstlichen Theile der Grafschaft an der Gränze von Devonshire, wo Grauwacke und jüngerer Kalk auftreten, kommen nur wenige Gänge von verschiedenartiger Zusammensetzung, wie die Antimongänge von Hueyl-Boys und die Bleigänge von Pentiglape vor.

Das Zinnoxyd und der Kupferkies, welche also die beiden charakteristischen Erze für Cornwall sind, treten namentlich in Gängen, und zwar so auf, daß es anzunehmen ist, die Ablagerung des Zinnoxyds habe vor der des Kupferkieses stattgefunden. An einzelnen Stellen aber kommt in ein und denselben Gängen das Zinnerz mit dem Kupfererz zusammen vor, und hier scheint der Ursprung der beiden Erze zusammen zu fallen, hier scheint die Scheidegränze der beiden Perioden zu sein, in deren einer das Kupfererz, und in deren anderer das Zinnerz gebildet wurde.

Später bildeten sich zwar noch mehrere Spalten, die indeß von tauben Materien angefüllt wurden und mit welchen bisweilen Blei und Zinkerze aber in so geringer Menge brechen, daß ihr Abbau für nutzlos erachtet wird; diese Gänge durchsetzen die übrigen (cross courses).

Sehr mächtige Gesteinsgänge (Dykes) von quarzführendem Porphyr, sogenanntem Elvan, treten noch häufig in dieser Gegend auf. Diese Porphyre scheinen älter als das Kohlengebirge zu sein, und gehören folglich der jüngsten Bildung des Uebergangsgebirges an. Nach

den Untersuchungen des Herrn de la Beche sind die Elvan Dykes, ein einziger ausgenommen, älter, als die Erzgänge; es kommen aber außer dieser Ausnahme noch zahlreichere Beispiele vor von Eindringung der Erze in den Elvan, besonders bei den Zinnerzen. Hieraus scheint hervorzugehen, daß dieser Porphyr das wahre erzbringende Gestein jener Gegend ist, dessen Empordringen dem Hervortreten von metallischen Substanzen voraus gegangen, und daß durch ihn die Gangspalten hervorgerufen wurden. So bildet das Empordringen des Elvan die Bildung der Gänge, ihre allmählige Ausfüllung zuerst durch Zinnerzmassen, dann durch Kupfererze und endlich durch Bleierze eine Reihe von geologischen Thatsachen, welche man als der Epoche des jüngsten Uebergangsgebirges zugehörig betrachten kann.

Die interessante Beschreibung der Herren Dufrénoy und Elie de Beaumont liefert den besten Beleg zur Unterstützung dieser Hypothese. Es erhellt aus derselben, wie das Hauptstreichen der meisten Elvan und Erzgänge mit einer Reihe von granitischen Eruptionen parallel ist, welche letztere die Axe von Cornwall bildet und die allgemeine Hebung hervorgerufen zu haben scheint. Die Gänge schneiden sich unter spitzen Winkeln sowohl in der Richtung des Fallens, die fast immer über 45° ist, als auch in dem Streichen.

Die Zinnproduction von Cornwall repräsentirt so ziemlich die ganze europäische Production, und beläuft sich wirklich auf 45000 metr. Ctr., während die sächsische Production nur bis 3500 Ctr. geht, und die einzelner schwedischer und österreichischer Gruben sich kaum bis auf 750 und respect. 380 Ctr. erhebt.

Die Zinngänge von Cornwall bestehen hauptsächlich aus Quarz; dieser Quarz ist bald mit Chlorit, bald mit Turmalin und selbst mit Glimmer gemengt. Die Gleichförmigkeit der Gangmassen wird an einzelnen Stellen durch Eisenoxydhydrat gestört, und mitunter kömmt auch Flußspath vor. In dieser Gangmasse bricht nun in einzelnen Theilen, in kleinen Krystallen, nesterweise, in krystallinischen Adern und Drusen das Zinnoxyd, worauf der eigentliche Bau geführt wird. Mitunter findet man auch den Kupferkies, der selbst in einzelnen Fällen vorherrschend wird, und so das Zinnerz vollständig in Kupfererz übergeht. Man findet ferner den Mißpickel, den Arsenikkies, den Uranit und den Wolfram.

Der Erzreichthum des Ganges, oder mit anderen Worten, der Gehalt der Gangmassen ist sehr verschieden. Im Allgemeinen kann man den Gehalt der gewonnenen Massen zu 2% annehmen, und hierbei ist der Bau selbst in dem festesten Gestein noch vortheilhaft, weil

die Aufbereitungs- und Schmelzkosten für das Erz, das sich im Zustande des Oxydes befindet und derb vorkommt, sehr gering ist. Die Cornwallergänge sind deshalb auch immer bauwürdig, sobald sie nur zinnführend sind.

Es geht aus den obigen Bemerkungen hervor, daß die Zinnerzgänge in der Gegend des Contactes mit dem Granite und Killas, concentrirt sind, daß aber ihr Hauptvorkommen im Granit ist, wie dies z. B. in der Gegend von St. Just an der äußersten S. W. Gränze des Revieres der Fall ist. Man muß übrigens bemerken, daß einige Zinnerzgänge, welche ganz oder theilweise in dem Killas aufsetzen, daselbst reicher als sonst wo sind, woraus man folgern könnte, daß in der ersten Gangbildungsepoche die zerstörenden Einflüsse sich hauptsächlich nur auf die granitische Region geworfen haben, der Killas hingegen, wie dies auch aus dem Verhalten der jüngeren Kupfererzgänge hervorgeht, eine größere Fähigkeit besaß, die aus dem Innern emporbringenden metallischen Substanzen zu condensiren oder zusammen zu halten.

Die Gangverhältnisse der Zinnerzgänge sind sehr verschieden und so, daß man den Ursprung der letzteren nothwendigerweise Spalten zuschreiben muß, die nach einer gewissen Richtung in heterogenen Gebirgsarten erzeugt wurden. Man hat z. B. Gänge von 0,60 M. und 1,20 M. Mächtigkeit auf mehr als 2000 Meter verfolgt: sie waren mitunter vollständig verdrückt oder thaten sich bis auf 3 und 4 Meter auf. In der Regel war ein solches Aufthun von einer Erzanhäufung begleitet, und darum wird ein Gang um so reicher, wenn er von einem anderen Gange in einem möglichst spitzen Winkel durchsetzt wird, anderseits aber wird der Gang ärmer, wenn er sich vertrümmert, was namentlich dann eintritt, wenn der Gang in eine andere Gesteinsart übersetzt, wie dies z. B. in einzelnen Fällen bei den Gängen vorkommt, die im Granite aufsetzen und sich im Killas vertrümmern und gänzlich auskeilen; mitunter kommt dann auch das Gegentheil vor.

Das Zinnoxyd bricht auch in Stockwerken, die namentlich im Granite, selten aber in dem Elvan-Porphyr vorkommen, von welchen ersteren das Stockwerk von St. Austle, namentlich wegen seines Abbaus über Tage, wodurch eine genauere Einsicht der ganzen Lagerungsverhältnisse möglich wird, bemerkenswerth ist. Der einschließende Granit ist durch die Zersetzung des Feldspaths in Kaolin, zerreiblich geworden; er wird von vielen Quarzadern mit Turmalin und Zinnoxyd durchfahren, die 12—15 Cent. Metr. Mächtigkeit haben, hauptsächlich seiger stehen und von W. nach O. streichen; dann wieder anderen, welche

die ersten schneiden und an den Durchschneidungspunkten Drusen bilden: kurz das ganze Vorkommen bethätigt die Vermuthung, daß diese Gänge späteren Ursprungs als der einschließende Granit sind, der nach und nach durch dynamische Wirkungen aufgerissen und durch das Empordringen dieser Massen verändert wurde.

Bei allen Formationen in dieser Gegend, die mit dem Granit älter als die Erzgänge sind, kann man also gleichfalls einen ähnlichen Metamorphismus beobachten. Man findet dieses wirklich und noch mit speciellen Nebenumständen bei dem Killas, welche hier von der schiefrigen Structur dieser Gesteinsarten herrühren. In Cornwall nennt man ein solches Vorkommen Tinfloors; es besteht in Adern und kleinen Stockwerken von Zinnoxyd mit der gewöhnlichen quarzigen und turmalinhaltigen Gangmasse gemengt, die sich hauptsächlich zwischen den Schichtungsflächen abgelagert haben. Dieses Vorkommen findet man fast immer an der Gränze des Granits mit dem Killas, wo diese Erzmassen hinaufgedrungen, und von da in die Schichtungsflächen des Killas eingedrungen zu sein scheinen. Man hat dies öfter als einen Beweis des gleichzeitigen Ursprungs des Killas und der Zinnerze aufführen wollen, was uns nicht der Fall zu sein scheint, denn diese Erscheinung kommt in vielen anderen Gangdistricten gleichfalls vor, wo die Vermuthung eines gleichzeitigen Ursprungs durchaus nicht zulässig ist.

Endlich müssen wir noch die Zinnseifen anführen, die sich in Cornwall gleichfalls vorfinden und offenbar durch den Einfluß des Wassers auf anstehende Gänge hervorgerufen wurden. Die Bildung dieser Seifen fällt in die Alluvialperiode; sie liegen niemals zu Tage, und sind, je nachdem, von 5, 10—20 Meter anderer Alluvialgebilde bedeckt. Es kommen mit ihnen gleichfalls Bruchstücke von Granit, Elvan und Killas vor; Gerölle von Quarz mit Turmalin, die gewöhnliche Gangmasse des anstehenden Erzes, zeigen die Gegenwart des Zinnes an. Das letztere kommt bald in feinen Schüppchen vor, die namentlich in den unteren Schichten mit dem Sande gemengt sind, bald findet man es in ziemlich starken Geröllen. Schwefelkies und Mißpickel sind gänzlich verschwunden, weshalb man aus diesen Zinnseifen auch das reinste und gesuchteste Zinn darstellen kann, weil die Verhältnisse, unter denen das Erz gewonnen wird, ganz dieselben wie in Banca sind. Man kennt diese Ablagerung unter dem Namen streamworks, und sie befinden sich an der äußersten Gränze von St. Just und St. Austle, in welchen Gegenden gleichfalls die Hauptzinnerzgänge anstehen. Man findet in den streamworks allein das fasrige

Zinnoxyd und sogenanntes Holzzinnerz; letztere Varietät fand man indeß auch anstehend in kleinen Gängen, und so stimmen die Zinnseifen mit den anstehenden Erzen durchaus überein, den Fall ausgenommen, daß mit den ersteren die die letzteren begleitenden Erze nicht vorkommen.

Die Kupfererze brechen in Cornwall in mächtigen Gängen, ganz besonders in dem östlichen Theile des Reviers der Umgegend von Redruth. Der Killas bildet, wie wir bereits oben bemerkten, das einschließende Gestein; die Hauptrichtung der Erzgänge stimmt so ziemlich mit dem Streichen des Ochriniangebirges überein, während die durchsetzenden Gänge fast rechtwinklig zu den ersteren stehen.

Die Gangmasse der Kupfererzgänge besteht fast nur aus Quarz, der an einzelnen Stellen mit Brauneisenstein, dem zersetzten Hangenden und Liegenden, und Letten gemengt vorkommt, wonach die Festigkeit der Gangmasse sehr variirt. In den Gängen mit den festesten Gangmassen nimmt der Kupferkies die erste Stelle ein; mit ihm kommt das schwefelsaure Kupferoxydul und gediegen Kupfer vor; die begleitenden Erze bestehen in Schwefelkies, Mißpickel, Zinnoxyd und Blende. Mit dem Auftreten des Eisenoxydhydrats werden die Gänge in der Regel faul, das Kupfervitriol verschwindet und das Kupfer bleibt im Zustande von Oxyd, kohlensaurem und Arsenikkupfer ꝛc. Alle diese Substanzen durchdringen den Quarz, und wenn mit ihnen Bruchstücke vom Hangenden und Liegenden vorkommen, so sind sie durch denselben erzführenden Quarz mit einander verbunden.

Der Letten kommt in der Regel nur an den Sahlbändern vor, und ist gewöhnlich taub. Diese Sahlbänder kommen häufig nur auf einer Seite vor, und gehen mitunter, indem sie den Gang durchsetzen, auf die andere Seite hinüber; man möchte deshalb glauben, daß jener Letten jünger als der Gang selbst ist, der nach einer ersten Ausfüllung wieder leer wurde und abermals angefüllt worden ist.

In den oberen Teufen namentlich kommt das Eisenoxydhydrat vor, und das Ausgehende wird ganz besonders von ihm constituirt. Mit ihm sind natürlicherweise auch die zersetzten Kupfererze verbunden, und da sich das Eisenerz wegen seiner geringeren Festigkeit leichter gewinnen läßt, so wird man schon in den obersten Teufen ohne Schwierigkeit ersehen können, was man von den unteren Teufen zu halten hat.

Die Kupfererzgänge sind wegen ihrer großen Ausdehnung äußerst merkwürdig; man sagt, daß der Gang von United-Mines z. B. auf 9000 Meter bekannt sein soll; er hat in der Umgegend von Redruth seine Hauptmächtigkeit, und die einzelnen Trümmer dieses Ganges sind

auf einer Fläche von 12 Kilometer verbreitet, wie dies aus dem Risse Tafel 25. näher ersichtlich ist, woraus zugleich hervorgeht, in welcher Art diese Gänge durch die Durchsetzer verworfen werden. Diese Karte wurde nach den Notizen des Herrn Daubrée angefertigt, und stellt die Hauptgänge von dem Reviere der United- und Consolidated-Mines dar. Sie zeigt recht gut, was man unter dem Hauptstreichen der Gänge zu verstehen habe, was keineswegs so zu nehmen ist, als daß zwei Gänge bei gleichem Hauptstreichen dennoch sich nicht selbst durchsetzen könnten. Die durchschnittliche Mächtigkeit liegt zwischen 1—2 Meter, welche indeß, wie bei den Zinnerzgängen, variirt und zahlreichen Aufthuungen und Verdrückungen unterworfen ist.

Man hat bei den Gängen des Redruther Reviers sehr viele Beobachtungen angestellt. Eine der interessantesten, die auch gewiß die nützlichste Schlußfolgerung machen läßt, besteht in den Untersuchungen über das Durchsetzen der Gänge. Die Gänge wurden gewöhnlich auf der Seite des stumpfen Winkels verworfen, je stumpfer der Winkel, desto größer die Verwerfung. Die Herren Dufrenoy und Elie de Beaumont führen hiervon viele Beispiele an, die ohne gerade ein positives Gesetz zu bilden, dennoch so häufig vorkommen, um in jenen Revieren allgemein angenommen werden zu können. Der mächtige Gang von Carharack giebt eins der treffendsten Beispiele. Er besitzt eine Mächtigkeit von 2,40 M. streicht von W.—O. und fällt gegen Norden unter einem Winkel von 30°. Der erste ihn durchsetzende Gang verwirft ihn 5—6 Meter, und zwar auf der Seite des stumpfen Winkels.

Der Gehalt des Ganges bleibt sich selbst in der Richtung des Fallens nicht immer gleich, und man nimmt an, daß derselbe bis zu einer gewissen Teufe zunimmt und von da ärmer wird. In den Gängen von United-Mines beginnt z. B. ein gewisser Reichthum des Ganges bei 100 Meter Teufe, er wächst bis zu 4—500 Meter. In St. Austle findet das merkwürdige Vorkommen statt, daß die Gänge vom Ausgehenden an bis auf 200 Meter Teufe am reichsten sind, und von da ab ärmer werden. Es scheint also eine Gränze für das Maximum des Gehaltes zu existiren, deren Lage sich indeß nach der Oberfläche richten muß; übrigens hängt der Reichthum der Gänge auch wohl mit den sonstigen Gangverhältnissen zusammen, und steht offenbar mit dem Durchsetzen der Gänge und der Beschaffenheit des einschließenden Gesteins in einem gewissen Verbande.

Der mächtige Gang, der in der Umgegend von Gwennap von N.—S. streicht, und auf Taf. 25. angegeben ist, durchsetzt alle Uebrigen.

Man glaubt, daß er dieselben reicher macht, weshalb man ihn auch den Gang-Vater nennt (père des filons). So scheint denn also, daß auch in dieser Beziehung die Kupfererzgänge dasselbe Verhalten wie die Zinnerzgänge zeigen, und sie nicht allein durch das Durchsetzen gleichzeitiger und gleichartiger Gänge, sondern auch durch das Durchkreuzen jüngerer, tauber, oder Bleierzgänge, reicher werden.

Der Einfluß des einschließenden Gesteins giebt sich durch mehrere Beziehungen zu erkennen, welche zwischen der wechselnden Beschaffenheit des Killas und dem verschiedenen Gehalte der Gänge stattfinden. Die Cornwaller Bergleute glauben, daß die in dem weißlichen Killas aufsetzenden Gänge reicher als die Gänge des rothen oder dunklen Killas sind. Diese Varietäten sind indeß mehr das Resultat, als die Ursache des Reicherwerdens der Gänge, deshalb aber als practisches Kennzeichen von keinem geringeren Nutzen.

Eine der lehrreichsten Beobachtungen, die man angestellt hat, besteht darin, daß die Erzgänge in der Nähe der Berührungsflächen von Killas und Granit, und an den Stellen vorzugsweise vorkommen, wo die Elvan Dykes aufsetzen. Uebrigens durchsetzen die Gänge diese drei Gebirgsarten bald, ohne sich weiter, als vielleicht in der Mächtigkeit zu verändern, bald vertrümmern sie sich, oder keilen sich in einer oder der anderen einschließenden Gesteinsart aus, bald sind sie nur in einer derselben reich, ohne daß man indeß über alle diese Erscheinungen ein bestimmtes Gesetz nachweisen und mit Gewißheit behaupten kann, welchen speciellen und constanten Einfluß der Killas, Granit oder Elvan auf das Verhalten der Gänge zu haben scheint. Das, was man beobachtete, ist rein local, und man fand an anderem Orte das Gegentheil, so daß einmal ein Gang mächtig und reich in einer der drei Gebirgsarten auftreten kann, und ein andermal in derselben Formation ärmer ist, ja sich ganz auskeilt. Es scheint also, daß die dynamischen Wirkungen die eigentlich modificirenden gewesen sind.

Die Kupfererze sind in Cornwall Handelsproduct, und werden nach Wales zur Zugutemachung versandt. Der Gehalt des gewonnenen Erzes beläuft sich auf $2\frac{1}{2}$—$3\,\%$, und wird indeß durch die Aufbereitung auf 7—$9\,\%$ erhöht. Das Förderquantum kann auf 400,000 Tonnen geschätzt werden, die man durch Pochen und Waschen auf 150,000 Tonnen concentrirt, welche einen durchschnittlichen Gehalt von $8\frac{1}{2}\,\%$ haben und nach Swansea für ungefähr 140 Fr. die Tonne transportirt werden.

Ein bedeutender Theil der englischen Kupferproduction beruht übrigens auf dem Import fremder Erze. 25000 metr. Ctr. Kupfer

circa werden aus den Erzen gewonnen, die man in England von Toscana, der Insel Cuba und den Gruben von Coquimbo in Chili einführt.

Die englischen Bleigruben liegen in Cumberland, Derbyshire, Devonshire und Cornwall. In Devonshire und Cornwall setzen die Gänge im Thonschiefer (Killas) und der Grauwacke auf, und haben dieselben allgemeinen Eigenschaften, wie die Gänge, welche in Schottland und in Wales im Gneiß, Glimmerschiefer und der Grauwacke vorkommen. In Cumberland und Derbyshire indeß findet sich der Bleiglanz im Kohlenkalke der unteren Kohlenformation und bietet ganz eigenthümliche Verhältnisse dar.

Der Kohlenkalk besteht hier nämlich aus abwechselnden Schichten von Kalk mit Sandstein und dem Kohlenschiefer ähnlichen Schiefer. Diese abwechselnden Lager werden nun öfters durch heraufgedrungenen Trapp, der sich nach der Schichtungsrichtung eingekeilt hat, verworfen. Er führt den Namen winstone und toadstone und tritt in Derbyshire an drei Punkten in sehr großer Mächtigkeit auf. Die dortigen Bergleute bringen das Vorkommen des Bleiglanzes in drei Abtheilungen und nennen die erste rake-veins, das sind die eigentlichen Gänge, die zweite pipe-veins, das sind längliche Stockwerke, und die dritte flat-veins, welches wirkliche Nester sind, die zwischen den Schichten vertheilt vorkommen.

Am häufigsten findet sich indeß der Bleiglanz in den wirklichen Gängen, deren Masse aus blättrigem Kalkspath, Flußspath, Schwerspath und Quarz besteht. Der Bleiglanz selbst kommt in derben Massen und in Würfeln in Begleitung von Kiesen vor. Die Gänge haben schon seit langer Zeit wegen ihrer merkwürdigen Verwerfungen eine gewisse Berühmtheit erlangt. Namentlich geben sich dieselben beim Einsetzen der Gänge aus einer Gesteinsart in die andere kund, und scheinen von dem Rutschen der Schichten herzurühren. Wenn der Gang z. B. seiger ist, so wird seine Fallrichtung beim Durchsetzen der verschiedenen Schichten stets verändert, und dadurch eine zickzackähnliche Form des Ganges gebildet. Die Gänge haben in den Schiefer- und Sandsteinen eine viel geringere Mächtigkeit, als in dem Kalke, wo sie mit außerordentlicher Mächtigkeit auftreten, und auf großen Entfernungen aushalten; es kommt selbst häufig vor, daß in den beiden ersteren Formationen die Gänge sich gänzlich auskeilen. In dem Schiefer beobachtete man, daß die Gänge öfters mit Letten angefüllt und sehr arm waren, während der Kalk der wahre Sitz des Erzes und der krystallinischen Gangmassen zu sein scheint. Es wurde deshalb in dem

letzteren die Ausbildung der Spalten nicht nur begünstigt, sondern auch die Ablagerung der erzführenden Substanzen in den so erzeugten Gängen. Vielleicht ging die zweite Erscheinung aus der ersten eben nur hervor.

In dem Kalke, der, wie gesagt, in Cumberland hauptsächlich erzführend ist, sind die oberen Schichten reicher als die unteren, und man hat hieraus beobachten können, wie erstens die oberste Gränze für den größten Erzreichthum durch die letzte sandsteinartige Schicht, welche den Namen millestone-grit führt, und bei einer durchschnittlichen Teufe von 100 Meter auftritt, repräsentirt wird. Zweitens, wie nach Unten zu der Erzreichthum allmählig abnimmt, und in den meisten Gruben nur bis zur sechsten Kalkschicht der Formation in einer durchschnittlichen Teufe von 280—300 Meter gebaut wird. Zwischen diesen beiden Gränzen ist also namentlich der Erzreichthum auf 180 Meter Mächtigkeit concentrirt. Auf einzelnen Gruben hat man indeß die Gänge noch in größerer Teufe untersucht und wenigstens so viel gefunden, daß sie trotz der größeren Bedeutsamkeit in den oberen Teufen dennoch immer weiter setzen, und sich nicht ganz auskeilen, was offenbar mit unserer Annahme über den Ursprung der Gänge im Einklange steht. Die horizontalen Ablagerungen machen gleichfalls keine Ausnahme von der Regel, und dürfen nur wie Trümmer oder Verästlungen der Hauptgänge, die sich zwischen die durchsetzten Schichten gelagert haben, betrachtet werden.

Das Vorkommen der Erze in Derbyshire ist ebenso wie in Cumberland mit der Ausnahme, daß dort der Trapp häufiger auftritt und die Gänge auf vielen Punkten durchsetzt und abschneidet. Nach der Uebersicht, die Herr Farey von den englischen Gruben gegeben hat, stehen in dortiger Gegend 280 Gruben im Betriebe, von denen 19 auf Gängen bauen, die in dem toadstone fortsetzen, hierbei zwar ihr Verhalten verändern, dennoch aber dieselbe Zusammensetzung beibehalten. Nach den Herren Dufrenoy und Elie de Beaumont ist diese Veränderung nur scheinbar, und rührt von einer Vertrümmerung und Verdrückung des Ganges her. Die Bergleute schürfen indeß den einmal abgeschnittenen Gang nicht wieder auf, und nehmen an, daß er vollständig aufhöre, was sich übrigens auch erklären ließe, wenn man annimmt, daß der Trapp sich zwischen die Schichtungsflächen eingekeilt habe, nachdem der Gang schon gebildet war. So viel ist indeß gewiß, daß das Vorkommen des Bleierzes in Cumberland und Derbyshire noch sehr untersucht werden muß, obgleich es bereits schon der Gegenstand zahlreicher und interessanter Beobachtungen gewesen ist.

Der Galmei scheint in Derbyshire mit dem Bleiglanze in innigem Zusammenhange zu stehen: aber auch hierüber sind noch keine bestimmten Ansichten festgestellt worden.

Metallische Districte des russischen Reiches.

Die russischen Gruben liegen hauptsächlich in dem Ural, dem Altai und in Daurien, und sind in die Reviere von Ekatharinenburg, Kolywan und Nertschinsk eingetheilt, welche sämmtlich zu Sibirien gehören. Der Ural bildet die Gränze zwischen Europa und Asien, und liefert das meiste Gold und Platin, sowie auch die reichsten Kupfer und Eisenerze. Der Grubenbetrieb findet namentlich auf der asiatischen Seite statt, fängt bei Ekatharinenburg an und dehnt sich 4—500 Kilometer weit nach Norden aus. Der Altai trennt Sibirien von der Tartarei; in ihm setzen die berühmten Gold- und goldhaltigen Silbergänge von Kolywan und Zmeof auf, die, wie es scheint, von dem Thonschiefer eingeschlossen werden. Das daurische Gebirge liegt zwischen dem Baikalsee und dem östlichen Ocean. Es treten in ihm jene berühmten silberhaltigen Bleiglanzgänge in dem metamorphisirten Kalkstein auf.

Die russischen Goldwäschereien werden mit jedem Jahre bedeutender, und die ganze Goldgewinnung verhält sich gegenwärtig folgendermaßen:

Altai	Kaiserl. Gruben	2129	Kilogr.
	Privat Gruben	2720	=
Ural	Kaiserl. Gruben	320	=
	Privat Gruben	1345	=
	Gold aus dem goldhaltigen Silber	448	=
	Summa	6962	Kilogr.

Fast aller Goldsand enthält etwas Platin; dasselbe kommt indeß namentlich in dem Sande von Nijni-Taguilsk vor, wo 1978 Kilogr. Platin gewonnen werden, während die ganze Production ungefähr nur 2000 Kilogr. beträgt.

Die ganze Goldproduction Rußlands beschränkt sich fast auf die Gewinnung des Goldes aus dem Sande. In dem Ural findet man den Goldsand auf einer Fläche von ungefähr 50 Kilom., die sich von S.-W.—N.-O. zwischen den Flüssen Atlian, Miaß und Oui erstreckt. Die Sandablagerungen sind mit tauben Schichten von einigen Meter Mächtigkeit, die theils in Lehm, theils in torfähnlichen Alluvialgebilden bestehen, bedeckt. Sie sind offenbar aus den Trümmern der anstehenden Gebirgsarten, wie dem Granit, Syenit, Gneiß, Quarz und Schie-

fer gebildet worden, und durch einen ockrigen Thon und quarzreichen Sand mit einander verbunden Die größeren Stücke werden ausgehalten, und die ganze thonige Masse wird durch einen Rost geworfen, dessen Stäbe höchstens 2 Cent. Metr. von einander stehen. Das Gold findet sich in kleinen Plättchen, Fäden, länglichen und abgeplatteten Körnern, die durch den thonigen Sand mit einander verbunden sind, von welchem letzteren nach mehrmaligem Waschen Parthien von krystallinischem Quarz, Jaspis, Eisenglanz und Magneteisenstein übrig bleiben.

Diese Goldsandablagerungen sind indeß auch nicht immer gleichförmig und bisweilen durch das anstehende Gebirge unterbrochen, so daß sie in der Regel nicht weiter als 50—500 Meter ohne weitere Störung fortsetzen, und in den Fällen, wo sie wirklich eine größere Fläche von mehreren Kilometern einnehmen, wie dies in den Flußgebieten des Miasta und Taschkutargan der Fall ist, da bleibt sich der Goldgehalt nicht immer gleich, und die reichsten Parthien bilden gleichsam Nester in den übrigen Sandablagerungen. Die Breite einer solchen Goldablagerung beträgt 10—60 Meter, und steht in der Regel zu ihrer Länge in einem gewissen Verhältniß. Die Mächtigkeit endlich beträgt 0,70 M.—2 Meter.

Die ganze Thalweite ist in der Regel von den Goldsandablagerungen nicht eingenommen, und nur die tiefsten Stellen damit bedeckt, so daß dieselben, je näher sie den Thalwänden kommen, immer schwächer werden.

Die Zusammensetzung des Sandes zeigt zur Genüge, wie derselbe durch Zerstörung der anstehenden Gebirgsarten gebildet worden ist, denn man findet nicht nur in dem daneben sich erhebenden Gebirgszuge dieselben Erze, sondern auch dieselben Gangmassen, welche sich in dem Goldsande vorfinden. So erkennt man lange schon, bevor Gold oder Platin durch den Waschproceß entblößt worden, das Eisenoxydul, den Schwefelkies, Chromeisen, Rutil, Anatas, Kupferkies, bisweilen selbst Zinnober und Bleiglanz; außerdem den Bergkrystall, Manganspath, Dolomit, Hornblende, Epidot, Granat und Korund, — mithin Alles solche Mineralien, die mit dem Golde zusammen in den anstehenden Gängen vorkommen.

Man verdankt diese Veränderung den Diluvialwassern, die das anstehende Gebirge zerstört und die einzelnen Bruchstücke noch mehr zertrümmert, in feinere Gerölle verwandelt haben, das Gold mithin in einem Zustande lieferten, wo es leicht und mit Vortheil gewonnen werden konnte, während es sonst fast gar nicht abzubauen war.

Man bebaut in der That nur einen einzigen anstehenden Goldgang, und zwar den von Berezof. Das Gold kommt darin in einer quarzigen Gangmasse vor und bricht mit Eisenoxyd und Kiesen, welche drei Substanzen mitunter so gruppirt sind, daß man glauben möchte, das Gold wäre ursprünglich in den Kiesen gewesen, und späterhin durch Zersetzung derselben frei geworden. Aus dieser Grube werden jährlich ungefähr 80 Kilogr. gewonnen.

Die russischen Ingenieure haben sehr interessante Beobachtungen über die Ablagerungen des Goldsandes angestellt. Sie bemerkten, wie der Goldsand selten auf dem Granit oder Syenit, sondern viel häufiger auf den schiefrigen Gebirgsarten in der Nähe von Serpentin und hornblendeartigen Gesteinen aufgelagert sei, woraus sie geschlossen, daß die ursprüngliche Lagerstätte des Goldes in dem eisenhaltigen Quarz des metamorphischen Schiefergebirges in der Nähe der Serpentine und Diorite zu suchen sei. In geographischer Rücksicht bleibt nur noch zu bemerken, daß die Sandablagerungen hauptsächlich auf den niedrigsten Gebirgsabhängen, in der Art von Hochebenen, wodurch die Gebirgskette mit dem ebenen Lande zusammenhängt, vorkommen, woraus sich gleichfalls ergiebt, wie die Goldsandablagerungen als das Resultat einer allgemeinen diluvialischen Kraft zu betrachten seien, deren Wirkungen sich auf die ganze dortige Gegend ausgedehnt hat.

Im Jahre 1814 wurden die Goldsandlager im Ural entdeckt, und gegen 1823 erhielt der Betrieb derselben eine besondere Bedeutung. Seit dieser Zeit bis 1836 hat man in den einzelnen Revieren des Ural folgende Goldsandmengen verwaschen, und daraus die nachstehenden Metallquanten producirt.

	Goldsand		Gold	
Ekatharinenburg	1,825000	Tonn.	5872	Kilog.
Goroblogodat .	273000	=	632	=
Bogoslovsk . .	860000	=	5318	=
Zlataoust . .	3,376000	=	10059	=
Privat Gruben	18,245000	=	37056	=
	24,579000	Tonn.	58937	Kilog.

Woraus für den Goldsandgehalt sich ergiebt:

Für Ekatharinenburg	0,0327	Kilog.
= Goroblogodat .	0,0235	=
= Bogoslovsk . .	0,0630	=
= Zlataoust . . .	0,0407	=

und für die Privatgruben 0,033 Kilog. Gold für die Tonne Sand.

Im Altai schreiben sich die Goldwäschereien erst aus dem Jahre 1830 her. Bis 1835 hatte man 282,000 Tonnen Sand gewaschen,

und daraus 676 Kilog. Gold erhalten, was einen Gehalt von 0,0245 Gold pro Tonne ergiebt. Die Gehaltsangabe bezieht sich bei all diesen Zahlen nur auf den schon ausgehaltenen und gesiebten Sand, wie er nach den Wäschen gebracht wird, und hat keinen Bezug auf die rohe gewonnene Masse. Der Gehalt der letzteren ergiebt sich aus den Arbeiten der Miassker Wäschen, die fast allen thonigen Sand dem Waschproceß unterwerfen. Man fand seit 1823 den durchschnittlichen Gehalt gleich 8 Gramm. Das Minimum war im Jahre 1833 gleich 4 Gramm. Im Allgemeinen enthält der Sand von 17 Gramm bis unter 2 Gramm pro Tonne, es lohnt sich übrigens nicht, den letzteren zu verarbeiten. In den Miasskerwäschen verarbeitet man jährlich 210000 Tonnen, und gewinnt wenigstens 850 Kilog. Gold.

In dem Ural liegen die hauptsächlichsten russischen Kupfergruben, und namentlich zeichnen sich unter ihnen die von Torrinsk und Nijni-Taguilsk aus; wegen der großen Mengen von kohlensaurem und reinem Kupferoxyde, so wie von gediegenem Kupfer hat das dort gewonnene Kupfer einen außerordentlichen Grad von Reinheit. Man fand z. B. in Nijni-Taguilsk einen Malachitblock, der mehr als 40 Tonnen wog. In Rücksicht auf das Vorkommen ist noch zu bemerken, wie die Kupfererze häufig in der Nähe des Zusammenauftreten des Kalk und Trapp und in unregelmäßigen Nestern vorkommen.

Die Silber- und Bleierze im Altai scheinen gleich den Kupfererzen auf eine eigenthümliche Weise eingelagert zu sein. In Kolyvan, wo sie hauptsächlich auftreten, kommen sie nach den Angaben der russischen Ingenieure in geschichteten Nestern vor, die zwischen den metamorphischen Schichten und den sie durchsetzenden Porphyren eingelagert sind. In den oberen Teufen bestehen die Erze aus silber- und goldhaltiger ockriger Erde mit Weißbleierz gemengt, und in größerer Teufe gehen sie in Schwefelverbindungen über. Dasselbe findet mit den Kupfererzen statt, die gegen das Ausgehende hin in kohlensauren Verbindungen, reinem Oxyd und gediegenem Kupfer größtentheils bestehen, weiter tiefer indeß ausschließlich aus Kupferkies oder einem Gemenge zusammengesetzt sind. Es scheint selbst, daß diese Lagerstätten gegen die Tiefe zu ärmer werden, man bleibt deshalb mit den Grubenbauten in einer geringeren Teufe, und hat darum auch wohl dieses Vorkommen als in allen Richtungen begränzt und für ein wirkliches Stockwerk angesehen. Dieses scheinbare Vorkommen verbirgt indeß wahrscheinlich das wirkliche Empordringen aus dem Innern der Erde.

Der Gang von Zyrianofsk ist einer der reichsten des ganzen Re-

viers, und kommt in einem talkigen Chloritschiefer vor. Seine Länge beträgt in der Streichungslinie 160 Meter. Seine Mächtigkeit variirt von 3—14 Meter. Man kennt ihn bis auf 55 Meter, an deren Basis der Gang sich in zwei Trümmer theilt, und das zwischen diesen Trümmern liegende Gestein so krystallinisch wird, daß es ganz das Ansehen von Porphyr hat. Die Gangmasse besteht aus Quarz, und tritt in den oberen Teufen mit den ockrigen Erzen in den unteren mit den geschwefelten zusammen auf. An einzelnen Stellen ist der Gang so reich, daß die Gangmasse durch die Erze fast gänzlich verdrängt wird. Die geschwefelten Erze bestehen in silberhaltigem Bleiglanz, Kupfer und Schwefelkies, silberhaltigem Kupferglanz und Blende, die ockrigen Erze hingegen in kohlensaurem Blei- und Kupferoxyd und Eisenoxydhydrat. Die Erze durchdringen mitunter das Nebengestein, und werden auch alsdann abgebaut. Etwa 30 Meter vom Ausgehenden abgerechnet geschieht die Umänderung der Erze. Die Grube producirt jährlich 6—7000 Tonnen Erze, aus denen 8000 metr. Ctr. Blei, 5000 Kupfer und 700 Kilog. Silber gewonnen werden.

In den meisten Kolywanschengruben kommen die Erze gemengt vor, und so innig, daß deren Scheidung unmöglich wird. Merkwürdigerweise haben indeß die Kupfererze stets ein gewisses Bestreben, sich von den Silbererzen zu isoliren.

Die silberhaltigen Bleierze des Nertschinskischen Reviers durchsetzen abwechselnde Schichten von Kalk, Schiefer und Grauwacke, und das Vorkommen derselben ist so unregelmäßig wie in England, so, daß viele Lagerstätten für abgeschnitten gehalten werden. Die Production dieser Gruben beläuft sich auf 3—4000 Kilog. Silber. Es bleibt nun noch, um die ganze Silberproduction von 16000 Kilog. nachzuweisen, ein geringes Quantum, das durch die Berge des Altai geliefert wird.

Metallische Districte von Frankreich.

Nach den allgemeinen Grundsätzen, die wir über das mögliche Vorkommen der Erzgänge entwickelt haben, kann man auf dem französischen Boden rationellerweise jetzt in fünf Districten die Erzgänge aufsuchen, in denen nämlich, wo das Uebergangsgebirge von abnormen Felsarten zu verschiedenen geologischen Zeiten durchsetzt worden ist. Diese fünf Districte sind:

1) Die äußerste Spitze der Bretagne, welche auf ihrer östlichen Seite durch eine Linie begränzt wird, die von Cotentin über Alençon, Angers bis Parthenay geht.

2) Die Vogesen, welche sich wie eine Insel inmitten von Niederschlagsgebirgen erheben.

3) Der Stock des großen Plateaus im mittleren Frankreich, worunter die Auvergne und die Departements Limousin, Forez, Velay, Vivarais, Lozère und Sevennen verstanden werden.

4) Die Pyrenäenkette.

5) Die Alpen.

In diesen Gegenden, welche die höchsten Punkte Frankreichs bilden, kann man in der That nur allein Erze antreffen wollen; denn hier treten der Granit und Porphyr, jene Metallbringer auf, die das alte Schiefergebirge oder die sekundären Formationen durchsetzt, metamorphisirt und verworfen haben.

Die Wichtigkeit dieser Lagerstätten entspricht nicht der großen Ausdehnung jener Reviere, nicht etwa, weil dieselben sparsam und in geringer Mächtigkeit vorkommen, sondern vielmehr, weil deren Gehalt unter dem ähnlicher Lagerstätten benachbarter Länder steht. Diesem natürlichen Mangel ist die französische Industrie zu Hilfe gekommen, so daß die meisten Gruben trotz der fremden Concurrenz bestehen konnten. Wir wollen uns mit diesem Gegenstande etwas genauer beschäftigen, und nicht allein von dem Vorkommen der Erze sprechen, welche heut zu Tage gewonnen werden, sondern auch von solchen Gängen und Lagerstätten, die uns einige Hoffnung für die Zukunft zu gewähren scheinen.

In der Bretagne treten uns merkwürdige Analogien in Bildung und Zusammensetzung mit Cornwall entgegen. Hier wie dort eine bergige Gegend, die sich nicht hoch über dem Spiegel des Meeres erhebt, aus dem Uebergangsschiefer zusammengesetzt, der sich dem Killas nähert, durchsetzt von Granit, dem Elvan ähnlichen Porphyr und einem Serpentin, der dem von Cap Lisard sehr ähnlich ist. Trotz dieser Uebereinstimmung im Allgemeinen hat das Vorkommen der Erze in der Bretagne nicht dieselbe Wichtigkeit, wie das in Cornwall; Zinn und Kupfererzgänge setzen hier nicht mehr auf, und nur das Vorhandensein von silberhaltigem Bleiglanz und Blende erinnert an den großen Reichthum, den die Natur in Cornwall östlich von Truro angehäuft hat.

An zwei Punkten indeß wurde das Vorkommen von Zinn gleichfalls angedeutet. Der Erste ist an der Küste von Pyriac, zwei Lieues nordwestlich der Loire-Mündung. Der Killas tritt dort mit dem Granit auf, und zwar abwechselnd in schiefrigen und granitischen Schichten, die Herr Dufrénoy Granit- und Gneißgebirge nennt. In dieser Bil-

dung tritt das Zinn in einzelnen Nieren und kleinen Gängen mit quarziger Gangmasse auf, woraus sich das Vorkommen der Zinnseifen nördlich von Pyriac an der Vilaine-Mündung erklärt, und gleichfalls ersichtlich ist, wie an den Punkten, wo die Küste nur aus Granit besteht, keine Seifen gefunden werden. Im Jahre 1818 hat man mehrere Schurfversuche angestellt, bei denen man indeß nicht auf ein regelmäßiges und bauwürdiges Lager kam, obgleich man dennoch 10 Ctr. Zinn etwa durch sie gewonnen hatte. Herr Dufrénoy hat indeß hierüber sehr richtig bemerkt, wie die Untersuchungen, welche zu sehr in der Nähe des Granits, und nicht genug in der des Killas angestellt worden, nicht auf Erforschung der Küsten allein hätten beschränkt werden sollen. — Auf einem anderen Punkte in dem Morbihan bei der Mühle von Villeder neben dem Felsen von St. André tritt ein zinnführender Quarzgang von 4 Meter Mächtigkeit im Granit auf, sein Streichen ist 34° N.-W., und stimmt so ziemlich mit dem Hauptstreichen in Cornwall überein. Da wo er erzführend ist, nimmt der Quarz eine grünliche Farbe an, und enthält Arsenikeisen, Topas und Smaragd. — Dieses zweifache Vorkommen von Zinnerz in der Bretagne stellt also fast vollständig die Analogie dieser Provinz mit Cornwall her. Ein Umstand übrigens, der in der Bretagne bei weitem mehr als in Cornwall vorhanden, und wodurch die Untersuchung des Terrains vielfach behindert wird, besteht in größerer Cultur des Bodens und der verbreiteteren Vegetation.

Die zweite Cornwaller Erzbildungsepoche, die der Kupfererzgänge nämlich, scheint bis jetzt noch nicht in der Bretagne aufgefunden zu sein, die dritte aber hat in den mächtigen Bleierzgängen von Huelgoat, Poullaouen und Morlaix einen sehr wichtigen Repräsentanten. Mit dem mehr oder weniger silberreichen Bleiglanz brechen Bunt- und Weiß-Bleierze, silberhaltige ockrige Erden und Blende. Die Gänge, welche an den drei bezeichneten Punkten vorkommen, sind die reichsten der Bretagne, und werden durch die Bergwerksverwaltung selbst bebaut, welche die dortigen Gruben in sehr großem Maßstabe vorgerichtet hat. Der Poullaouener Gang streicht von N.-W. 22° nach S.-O. 22°, durchsetzt die Grauwacke, und fällt mit 45° gegen N.-O. Er ist nach dem Streichen auf eine Länge von 1500 Meter untersucht worden, und nach dem Fallen bis auf 200 Meter Seigerteufe. Der Gang vertrümmert sich sehr oft, und man hat bis fünf solcher Trümmer beobachten können, deren Mächtigkeit gleich 3 — 5 Meter ist, und die folglich einen Raum von 15 — 20 Meter einnehmen. Der Gang ist an einzelnen Stellen so mit dem einschließenden Gebirge verwachsen, daß er wie ein

Stockwerk erscheint. Man hat neben diesem Gange einzelne Gänge von ähnlicher Zusammensetzung gefunden, und in dem Thonschiefer von Huelgoat baut man auf einem mächtigen Gange, der bis auf 1000 Meter in der Streichungsrichtung und 270 Meter in der Fallrichtung bekannt ist. Dieser Gang fällt mit 70° gegen N.=O., und ist heute von größerer Bedeutung als der Poullaouener Gang, weil in ihm nicht allein silberreicher Bleiglanz bricht, sondern auch jene rothen und ockri=gen Erden, die $\frac{1}{1000}$ gediegen und Chlorsilber enthalten. Die jährliche Production beläuft sich auf 3000 metr. Ctr. Blei und 1400 Kilog. Silber.

Bei Pontpéan in der Nähe von Rennes hat man auf einem Gange gebaut, in dem silberhaltiger Bleiglanz mit Blende vorkam und ging auf demselben bis 130 Meter in die Teufe nieder, und 300 Met. nach dem Streichen. Der Gang fällt unter 80° und streicht von N.—S. Gegen das Ende des 18ten Jahrhunderts lieferte er 7000 metr. Ctr. silberhaltigen Bleiglanz. Die Blende wurde trotz ihrer vortrefflichen Beschaffenheit zum Ausfüllen der Strecken angewandt. Der Betrieb wurde wegen der großen Wasserzuflüsse eingestellt. Außerdem setzen noch bei Châtelaudren in der Nähe von St. Brieuc Gänge von silber=haltigem Bleiglanz auf, werden indeß seit dem Jahre 1790 in Folge eines Aermerwerdens in größerer Teufe nicht mehr bebaut. Endlich kommt das Bleierz noch auf einer Menge von Punkten vor, scheint indeß nirgends so auszuhalten, daß darauf gebaut werden könnte.

Die Erzpunkte nun, welche in diesem Districte vorkommen, aber jetzt nicht abgebaut werden, sind folgende:

Manche. Queckſilbergrube von Menildot, Gemeinde von La Chapelle=en Suger. Sie wurde im letzten Jahrhundert dreimal aufgenommen, und gab von 1730—1742 eine ziemlich bedeutende Ausbeute. — Silberreiche Bleiglanzgru=ben, Blende und Galmeigruben kamen auf vielen Punkten in der Umgegend von Cotentin namentlich bei Pierreville in den Jahren 1788—1791 in Betrieb.

Loire inférieure. Zinngrube von Pyriac an der Meeresküste. Schürfe von 1819—1827.

Ille-et-Vilaine. Silberhaltiger Bleiglanz und Blendegang; oben bei Pont=pean angeführt. Im Jahre 1796 wurde die Concession aufgegeben.

Côte-du-Nord. Silberhaltige Bleiglanzgänge von Châtelaudren. Die Con=cession lief im Jahre 1790 ab.

Vendée. Antimongrube von La Ramée, Gemeinde von Bonpère. Der Gang ist nicht abgebaut. Der Concessionär entsagte seinen Ansprüchen im Jahre 1818.

Deux-Sèvres. Gruben von silberhaltigem Bleiglanz bei Melle und der Umgegend, wo ein bedeutender Grubenbau stattgefunden, dessen Ursprung aber unbekannt ist.

Die Vogesen bilden den metallischen District von Frankreich, wo sich für die Wiederaufnahme alter Grubenbaue am meisten hoffen ließe. Der silberhaltige Bleiglanz bricht dort in vielen und mächtigen Gängen, und bildet ein charakteristisches Kennzeichen des metallischen Reichthums jener Gegend. Seit undenklichen Zeiten hat hier bereits ein Grubenbau stattgefunden, und noch im vorigen Jahrhundert war die Ausbeute desselben groß. Heute indeß sind die meisten Schächte versoffen und verlassen; eine Wiederaufnahme der Grubenbaue würde nur durch die Auslage bedeutender Kapitalien möglich gemacht werden können. Wenn man damals, als die Ausbeute wegen der geringen Schwierigkeiten, die sich bei dem Betriebe zeigten, bedeutend war, einen Theil derselben zur weiteren Vorrichtung der Gruben verwandt hätte, so würde dadurch die Zukunft der letzteren gesichert gewesen sein; heute indeß scheinen fast alle Grubenbauten Frankreichs nur vorhanden zu sein, um die Vergangenheit anzuklagen. Wären die Vogesen von einem Volke bewohnt wie den Harzern oder Sachsen: so würde sein Grubenbetrieb gewiß in einer großen Blüthe stehen, während die dortigen Lagerstätten gegenwärtig nur einen Werth durch die größte Sorgfalt erhalten, die man auf den Abbau derselben verwendet.

In der Umgegend von St. Marie aux Mines setzen viele Gänge von silberhaltigem Bleiglanz auf, von denen der Gang von Lacroix namentlich durch seine 20 Meter Mächtigkeit und die Ausdehnung, welche seine Bauten auf mehr als einer Lieue hatten, berühmt geworden ist. Dieser Gang von Lacroix aux Mines durchsetzt die Berge von St. Jean, 4 Lieues von St. Marie. Er streicht von N.—S. und fällt nach O., geht deshalb in paralleler Richtung mit den Absonderungsflächen des Gneiß und Syenit, welcher letztere ihn von den Gängen von St. Marie abschneidet. Die Gangmasse besteht aus Trümmern aller Art, und das Erz kommt darin sehr verschiedenartig vor, bald in Adern von 0,10 M., 0,20 M. bis 1 Meter Mächtigkeit, welche die einzelnen Trümmer mit einander verbinden, sie durchsetzen und ein stockwerkartiges Vorkommen bilden, bald tritt es nesterweise und derb auf. Das Erz besteht aus silberhaltigem Bleiglanz, und wird von phosphorsaurem Blei, Antimonsilber und gediegenem Silber begleitet. Der Bleiglanz enthält durchschnittlich $\frac{1}{1000}$ Silber. Die Baue werden nicht unter der Stollensohle betrieben und setzen deshalb in keine große Teufe nieder. Der Gang gab in den oberen Teufen eine bedeutende Silberausbeute, und es sind darin öfters Stücke gediegenen Silbers von 30 Kilog. und mehr vorgekommen. Im Jahre 1756 förderte man noch 12000 metr. Ctr. Blei und 1400 Kilog. Silber.

Bei St. Marie treten die Gänge mit geringerer Mächtigkeit, aber in größerer Anzahl auf. Sie durchsetzen den Gneiß und streichen mit einem nördlichen Einfallen von W.—O. Zwei von ihnen wurden auf vielen Punkten bebaut. Das sind die Gänge von Surlatte und Espérance. Der Gang von Surlatte zeigt eine merkwürdige Vertrümmerung, da beide Trümmer lange Zeit in paralleler Richtung neben einander laufen, und sich dann wieder vereinigen. Der Bleiglanz ist dort ärmer, wie in Lacroix, und der Schlich enthält selten mehr als $\frac{1}{2000}$ Silber.

Gyromagny liegt auf der südlichen Erhebung der Vogesen, und bildet einen zweiten Mittelpunkt für die Erzgänge, deren Bau in früheren Zeiten in einem sehr schwunghaften Betriebe stand, und zwar so lange, als die Wasser durch Haspel gehalten werden konnten. Die Gänge durchsetzen von N.—S. den Thonschiefer und Porphyr. Bei St. Jean d'Aurel treten 3 Gänge auf, von denen der eine gegen Mittag streicht, der zweite Stunde elf, der dritte Stunde zehn. Die Gangart besteht aus Quarz und Kalkspath, worin der silberreiche Bleiglanz eingesprengt vorkommt. Der Betrieb war bis 1779 sehr bedeutend, und in einzelnen Abtheilungen bis auf eine Anhöhe von 800 Meter gebracht.

So lange der Syenit, Porphyr und das von ihnen durchsetzte Terrain da ist, sind auch die Gänge nicht gänzlich verschwunden. Man kennt bei Plancher les mines, Fresse, Ternuay und in der Haute-Saône zehn Gänge mit einer Gangmasse von Quarz, Flußspath und Kalkspath, die außer dem silberreichen Bleiglanz noch Fahlerz und Kiese führen. Gensanne, der die dortigen Grubenbauten zuletzt geleitet hat, bemerkt, daß die Erze nesterweise und in Säulen dort vorkommen.

In den Vogesen treten also zwei Gangsysteme auf, wovon das eine von N.—S. streicht, und die Hauptgänge von silberhaltigem Bleiglanz umfaßt; das Zweite streicht von O.—W. und schließt außer den Bleiglanzgängen noch mehrere Gänge mit einer Gangmasse von Quarz, Flußspath und Kalkspath ein, in dem von anderen Erzen das Fahlerz, silberreicher Bleiglanz, Glaserz, Arsenikkobalt, gediegen Arsenik und bisweilen goldhaltige Kiese brechen. Diese letzteren Gänge, denen das Fahlerz ein charakteristisches Kennzeichen verleiht, kommen in derselben Gebirgsart vor, wie die Ersten. Im Allgemeinen kann man hierüber bemerken, daß in der Centralgruppe, wo der Granit und Syenit vorherrschend ist, die Gänge zu dem erstgenannten System gehören, während am Abhange des Gebirges, wo der Porphyr und Diorit dominirt, die Kupfererzgänge vor den Bleiglanzgängen vorherr-

schend auftreten. Dies gilt wenigstens für die Kupfererzgänge von Gyromagny.

Da sich diese zwei Gangformationen häufig durchsetzen, so scheinen dieselben einen fast gleichzeitigen Ursprung zu haben. So bemerkt man auch an der Gränze der zwei verschiedenen geognostischen Bildungen die abwechselnde Aufeinanderlagerung der charakteristischen Schichten dieser beiden Formationen. Ebenso erkennt man eine Art von Ineinandergreifen der silberhaltigen Fahlerzgänge mit den Bleiglanzgängen. Es giebt also gemengte Gänge, die sowohl Fahlerz, wie Bleiglanz enthalten, so daß man nicht zu erkennen im Stande ist, welchem von beiden Systemen ein solcher Gang eigentlich angehöre. Dieselben Annäherungen existiren zwischen den krystallinischen Felsarten und den Erzgängen im Allgemeinen, so daß die Beziehungen, in welchen die Kupfer- und Bleierzgänge zu einander stehen, in gleicher Weise zwischen dem Porphyr und granitischem Syenit von St. Marie und dem Feldspath oder Hornblendeporphyr von Plancher les mines, Ternuay ꝛc. ꝛc. gefunden werden.

Das silberreiche Fahlerz bricht in dem Revier von St. Marie aux mines in dem Gange von Phaunour, den man gleich den Bleiglanzgängen von Surlatte und Espérance lange Zeit bebaut hat. Das Kupfererz kommt dort in Begleitung von Scherbenkobalt und gediegen Arsenik, den man gleichfalls gewann, vor. Der Phaunourgang gehört gleich den Gängen von Surlatte und Espérance, zu denen, die von O.—N. streichen.

Auf den Gängen Selschaft, St. Martin, St. Barbe und St. Urbain bei Gyromagny gewinnt man ein Pocherz, das aus silberhaltigem Fahlerz, Schwefelsilber und Bleiglanz besteht, die nach dem Ausdrucke des Herrn Gensanne in „bouillons“ vorkommen. In der Grube St. Daniel, die auf dem Abhange des Berges Aurelle nach der Seite von Gyromagny liegt, lieferte der Schlich bei seiner Zugutemachung im Jahre 1780 18 Pfund Kupfer, 3—4 Unzen Silber und eine kleine Menge Blei. Außerordentlich viel Blei- und Silbergänge setzen in dem Gebirge auf, welches Plancher les mines von Gyromagny trennt. Das Bleierz kommt hauptsächlich auf der Seite von Gyromagny vor, während das Kupfererz bei Plancher les mines verschwindet.

In den Vogesen kommt das Eisenerz in ziemlicher Menge vor. Die Hauptlagerstätte findet sich in den Bergen von Framont in der Nähe der Berührungsflächen der im Centrum belegenen Porphyrmassen mit den durch sie gehobenen Schiefer- und Kalkschichten. Das Eisenoxyd bildet mit dem Eisenglanze zusammen einen Gang von 5—10

Meter Mächtigkeit, dessen Streichen den Wendungen des Porphyrs folgt. Offenbar geht hieraus hervor, daß die metallischen Substanzen an der Berührungsfläche der beiden Gebirgsarten hervorgedrungen und sich in das Gestein auf eine ähnliche Weise eingekeilt haben, wie wir dies bei Erwähnung der Insel Elba zu bemerken Gelegenheit hatten, wo noch hinzukommt, daß die von dem Erze durchsetzten Kalkschichten in Marmor übergegangen und mitunter selbst in körnigen und krystallinischen Dolomit verwandelt sind.

Außer den schon erwähnten Punkten kommen in den Vogesen noch an anderen Orten Erze vor, deren Abbau vielleicht nicht ganz fruchtlos sein würde, wenn man denselben wieder vorzunehmen die Absicht hätte, und zwar sind dies Folgende:

Moselle. Bleigrube von St. Avold; Gemeinde von St. Avold, Hargarten aux mines und Falck; früher fand hier ein sehr bedeutender Grubenbau statt, der späterhin verlassen wurde, kurz vor der Revolution wieder in Angriff kam, und wegen Mangel an Ausbeute jetzt wieder eingestellt ist; der alte Mann liegt trocken und ist nicht verstürzt.

Kupfergruben in der Gemeinde von Longeville, von denen man nicht weiß, wann sie außer Betrieb kamen, und wo vor einigen Jahren neue Versuche gemacht wurden, die jedoch fruchtlos geblieben.

Kupfergrube in der Falcker Gemeinde wird seit langer Zeit schon nicht mehr betrieben.

Bas-Rhin. Kupfer- und Silbergrube von la Goutte-du-Moulin. Gemeinde von Urbeis. Seit undenklichen Zeiten außer Betriebe.

Kupfergrube vom Schloß Champ-brècheté. Dieselbe Gemeinde, seit langer Zeit auflässig. Sehr ausgedehnte Bauten.

Kupfer- und Bleigrube von Coltes. Dieselbe Gemeinde. Schon lange auflässig. Die Grubenbauten scheinen von keiner Ausdehnung gewesen zu sein.

Kupfergrube von la Goutte-Henri. Dieselbe Gemeinde. Seit langer Zeit außer Betriebe. Wiederaufnahme im Jahre 1780. Auflässig geworden wegen Mangel an Betriebskapital zwei Jahre später. — Bauten von geringer Ausdehnung.

Silbergrube von Aptaingoutte. Dieselbe Gemeinde. Seit langer Zeit nicht mehr im Betriebe. Mächtiger, aber armer Gang.

Kupfer-, Blei- und Silbergrube von St. Nicolas. Dieselbe Gemeinde. Schon lange auflässig. Wiederaufnahme 1780. Zwei Jahre darauf verlassen.

Bleigrube von La Chapelle. Dieselbe Gemeinde. Schon lange außer Betriebe. Wiederaufnahme im Jahre 1780. Zwei Jahre darauf verlassen.

Antimongrube. Gemeinde von Charpe. Wiederaufnahme und auflässig geworden zu wiederholten Malen bis zum Jahre 1805.

Blei- und Silbergrube. Gemeinde von Delalaye.

Bleigrube auf dem Wege von Charpe. Vor ungefähr 30 Jahren auflässig geworden wegen Mangel an Betriebskapital.

Blei- und Silbergrube. Gemeinde von Triembach. Seit Langem außer Betriebe.

Braunsteingrube. Dieselbe Gemeinde. Seit ungefähr 20 Jahren außer Betriebe. Sie wurde von Bauern betrieben.

Kupfer- und Silbergrube. Gemeinde von Borsch. Seit langer Zeit aufläßig.

Blei- und Silbergrube in der Gemeinde von Orschweiler. Man weiß nicht, wann sie außer Betriebe kamen. Die Bauten selbst sind von geringer Ausdehnung.

Blei- und Silbergrube von Jägerthal in der Gemeinde von Niederbronn. Zu wiederholten Malen bis zum Jahre 1824 in Betrieb gekommen.

Vosges. Kupfergruben in der Gemeinde von Bussang. Ein Theil der Gänge steht noch unberührt da, ein anderer ist vollständig abgebaut. Man sieht noch die Ueberreste eines alten Stollens.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Tillot, die lange Zeit in Betriebe standen, und im Jahre 1761 wegen ungenügender Wasserhaltungsmaschinen aufläßig wurden. Die dortigen Gänge dürften wohl wieder in Angriff genommen werden können, so weit dies wenigstens aus den Berichten mehrerer Ingenieure vom Jahre 1785 hervorgeht.

Silber-, Blei- und Kupfergrube in der Gemeinde von Rememont, die lange Zeit für Rechnung der Herzöge von Lothringen ausgebeutet wurde. Man machte dort im Jahre 1755 einige, aber fruchtlose Versuche.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Lubine, wo eine Menge von alten Halden auf einen sehr schwunghaften Betrieb hindeuten, der in der Mitte des vorigen Jahrhunderts aufläßig wurde.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Fresse, die im Jahre 1734 versoffen und deshalb verlassen wurde.

Blei- und Kupfergrube in derselben Gemeinde. Ist seit langer Zeit schon nicht mehr im Betriebe.

Kupfergrube in der Gemeinde von St. Maurice. Im Jahre 1761 aufläßig geworden, wovon man nicht die Ursache kennt.

Blei-, Zink-, Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Gernaingouttes seit langer Zeit schon verlassen.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Wildersbach, seit Langem schon außer Betriebe.

Kupfergrube von Haut Perheux. Dieselbe Gemeinde. Seit undenklichen Zeiten aufläßig.

Braunsteingrube. Dieselbe Gemeinde. Wiederaufnahme vor ungefähr zwei Jahren und aufläßig geworden wegen zu großer Wassermengen.

Haut-Rhin. Kupfer-, Blei- und Silbergruben von Gyromagny, von Puits und Aurelle in den Gemeinden von Gyromagny, Puits und Aurelle. Es setzen 43 Gänge auf. Der Betrieb war zu drei Malen äußerst schwunghaft, nämlich im 14ten Jahrhundert, im 16ten Jahrhundert und zu Anfange des 18ten Jahrhunderts. Zum letzten Male kamen die Gruben im Jahre 1791 durch eine schlechte Administration und falsch verstandene Oekonomie außer Betriebe.

Kupfer-, Blei- und Silbergrube in dem Thale von St. Amarin in den Gemeinden von St. Amarin, Orbé und Mosch. Im Jahre 1760 aufläßig geworden. Früher bedeutende Ausbeute. Die alten Bauten sind nicht verstürzt und stehen in sehr hartem Gestein.

Blei-, Kupfer- und Silbergruben von Silberthal in der Gemeinde von Steinbach, wurden im Jahre 1750 aufläßig.

Kupfer- und Silbergrube in dem Sulzmatter Thale, in der Gemeinde von Ofenbach, schon seit langer Zeit nicht mehr im Betriebe, wurde im Jahre 1750 wieder aufgenommen, und kurze Zeit darauf wegen mangelnder Betriebskapitalien verlassen.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Münster, wurde bei Beginn des 18ten Jahrhunderts wieder auflässig.

Haute-Saône. Blei-, Kupfer- und Silbergruben in dem Kreise von Plancher les Mines, bauen auf 7 Gängen und gaben eine gute Ausbeute, wurden indeß im Jahre 1760 verlassen.

Kupfergrube in der Gemeinde von Chateau-Lambert. Auflässig 1758 in Folge schlechten Betriebes. Früher ziemliche Ausbeute.

Bleigrube von Baudy in derselben Gemeinde. Ungewiß warum sie auflässig wurde. Vor etwa 60 Jahren wollte man sie von Neuem in Betrieb bringen und führte zu diesem Zwecke einen Stollen, welchen man indeß nicht beendigte.

Bleigrube in der Gemeinde von Faucogney, ward im Jahre 1755 wieder aufgenommen und einige Jahre darauf verlassen.

Bleigrube in der Umgegend von St. Bresson. Unbekannt wann sie außer Betrieb kam; vor ungefähr 70 Jahren griff man den dasigen Betrieb aber nur auf kurze Zeit wieder an.

Kupfer-, Blei- und Silbergrube in den Gemeinden von Tannay und Vannes. Gleichfalls vor 70 Jahren kurze Zeit nur im Betriebe gewesen.

Braunsteingrube von Chauvillerain, in der Gemeinde von Faucogney, wurde vor ungefähr 20 Jahren verlassen.

Das Centralplateau von Frankreich besteht aus Schiefer und Granit, und begreift die Berge von Forez, der Auvergne, die Cevennen und die Lozèrekette. Es setzen in ihm eine Menge von Gängen auf, und zwei Hauptförderpunkte ziehen gegenwärtig die Aufmerksamkeit der Bergleute auf sich: der eine nämlich ist zu Pontgibaud im Departement des Puy de Dome, der andere zu Vialas und Villefort im Gard-Departement.

Die Hauptgänge setzen bei Pontgibaud im Talk- und Glimmerschiefer auf; ihre durchschnittliche Mächtigkeit ist 1 Meter, und ihr Streichen nach den Beobachtungen des Herrn Fournet, der während einer langen Zeit die dortigen Grubenbaue dirigirt hat, im Mittel von N.—S., d. h. parallel mit der Hauptrichtung der emporgedrungenen Gebirgsmassen. — Die Granite z. B., welche bei Clermont das Gebirge durchbrochen haben, streichen von N.—S. und mit ihnen die trachytischen Ausbrüche des Cantal, des Mont Dore und des Mont Domitique, die vulcanischen Laven der Puys und endlich die sämmtlichen Erzgänge jener Gegend.

Alle dortigen Gänge stammen aus mehreren geologischen Epochen; die Antimonerzgänge von Engle gehen in die Kupfererzgänge über,

welche nach Herrn Fournet am Fuße des Bausongebirges aufsetzen, ferner in die silberreichen Bleierzgänge von Roure, Rosier, Mioche, Blot-l'Eglise und die von Pranal, Barbecot, Combres ꝛc., welche alle von N.—S. streichen.

Dies ist ein charakteristisches Kennzeichen der geognostischen Beschaffenheit jener Gegend, daß alle Verwerfungen des Terrains, die zu verschiedenen Epochen stattfanden, und durch Hebung oder Eruption vulkanischer Massen, durch Spalten und Empordringen erzführender Substanzen erzeugt wurden, ein und dasselbe Streichen besitzen.

Die Gänge in der Auvergne stehen gleichfalls in einem merkwürdigen Zusammenhange mit den Porphyren, die mit den sonstigen metallführenden Porphyren große Aehnlichkeit besitzen, längs dem Gange fortsetzen, und den Granit und Schiefer durchfahren, wie dies in Cornwall mit den Dykes der Fall ist. Auf einem Pranaler Gange steht auf der einen Seite Glimmerschiefer, auf der anderen Porphyr, woraus zur Genüge der frühere Ursprung der Porphyre hervorging, die an mehreren Stellen von Gängen durchsetzt werden, mit denen sie sich ziehen.

Die Gangmasse aller Gänge dieser Gegend besteht in Trümmern des Dach- und Sohlengesteins; der Bleiglanz ist in kleinen Stücken darin eingesprengt, und enthält $\frac{1}{3000}$ bis $\frac{1}{1000}$ Silber; die begleitenden Erze bestehen in Weiß- und Buntbleierz, in Blende und Bournonit.

Außerdem setzen in der Auvergne noch viele silberreiche Bleiglanzgänze auf: in dem Gebirge von Ambert z. B., welches den westlichen Thalabhang des kleinen Dorethales beherrscht, sind mehrere Gänge bebaut worden. Die Gänge von St. Amand-Roche-Savine, und Giroux bei Olliergue haben eine ähnliche Zusammensetzung, wie die Gänge von Pontgibaud. Das Bleierz ist weniger silberreich, bricht in ziemlicher Menge, und ist leicht zu gewinnen. Weiter nach S. in den Bergen bei Jumeaux, unter denen der Suc d'Esteil die höchste Spitze bildet, setzen gleichfalls eine Menge von Gängen auf, deren Gangmasse ausschließlich quarzig ist, in denen zuweilen Amethyste vorkommen und die $\frac{1}{600}$ silberhaltigen Bleiglanz in feinen Stückchen eingeschlossen enthalten. Wegen der ungemeinen Feinheit des eingesprengten Erzes und der festen Beschaffenheit der Gangmasse wird der Betrieb sehr kostspielig.

Die Gruben von Viallas und Villefort bauen auf zwölf verschiedenen Gängen, die alle ein verschiedenes Streichen haben, und darum auch wohl ungleichen Bildungsepochen angehören. Diese Gänge treten zusammen in dem Gneiß- und Granitgebirge auf, das die Berge der

Lozère überragt. Die Gangmassen bestehen in Quarz, Kalk- und Schwerspath; der silberreiche Bleiglanz liegt in einzelnen Nieren, und ist mit Kupferkies und Blende durchwachsen. Die Hütte von Villefort producirt aus den dortigen Erzen 400 Kilog. Silber und höchstens 1000 Ctr. Blei oder Glätte.

Unter allen Gängen jener Gegend zeichnen sich die Antimonerzgänge durch ihr Alter und ihre Zusammensetzung aus. Das Grauspießglanzerz findet sich hier auf Gängen mit quarziger Gangart, die selten über 1 Meter Mächtigkeit haben, und von den übrigen Gängen jener Gegend in der Streichungs- und Fallrichtung gänzlich abweichen. Ihre Zusammensetzung ist einfach; das Erz findet sich in Adern, krystallinischen Drusen, kleinen Nestern ꝛc. ꝛc., es ist gleichsam mehr zusammengehäuft wie in der Gangmasse vertheilt; seine Begleiter bestehen fast nur in Antimonoxyd, und scheinen späteren Ursprungs zu sein.

Fast alle Gänge der Sevennen setzen in dem Gneiß und Schiefer auf, mit welchem der Granit überlagert ist, der die höchsten Spitzen dieser Gegend bildet. Das Schiefergebirge wird nur in seinem Contacte mit den abnormen Felsarten erzführend, wie dies auch mit den Bleiglanzgängen von Vialas und Villefort, und hier bei den Antimonerzgängen von Malbosc und Bordezac (Ardèche) der Fall ist. Diese Gänge bestehen aus Quarz und auch bisweilen aus Kalkspath; der Schwerspath ist selten. Die Sahlbänder bestehen aus Letten; ihr Streichen ist W.—O., ihr Fallen 25° nach Osten. Das Grauspießglanzerz bricht hier in derben Adern oder fortsetzenden Aederchen, die durchschnittlich 0,10 M. Stärke haben. Diese Stärke wechselt in demselben Gange öfters, und erreicht auf einem der drei abgebauten Gänge 0,30 M. Es bricht hier gleichfalls in strählig fasrigen Stücken.

Von den vorstehenden müssen noch zwei Arten von Gängen abgesondert werden, die an einzelnen Punkten des Centralplateaus aufsetzen: 1) mehrere kleine Zinnerzgänge bei Vaulry in der Nähe von Limoges und bei Segur in dem Corrèze-Departement, 2) die Blendegänge, welche hauptsächlich in dem Gard-Departement bei dem Flecken Clairac wichtig sind. Man hat das Ausgehende von drei unter sich parallelen Gängen gefunden, die so ziemlich von N.—S. streichen und auf mehr als 1000 Meter den Lias durchsetzen, der an den Berührungspunkten 40—50 Meter nach beiden Seiten hin umgeändert worden ist.

Die Erzlager haben an einzelnen Punkten eine noch größere Wichtigkeit als die Gänge, und sie finden sich insbesondere in den merglichen Schichten des Lias. Die Chessyer Gruben, welche jetzt nicht mehr betrieben werden, bauten in einer Abtheilung des Lias, die dem

Granit aufgelagert ist, und worin Nester von Kupferkies, Malachit und rothem Kupfererz vorkamen, deren Abbau große Ausbeute geliefert hat. Die Nester von Manganspath kommen in ähnlicher Weise vor, ebenso wie Bleiglanz-, Blende- und Galmeiablagerungen in den dolomitischen Schichten des Lias in der Umgegend von Villefranche, Figeac und Lardin, desgleichen das Chromoxyd.

Die Gruben, deren Betrieb nunmehr eingestellt ist, die indeß wieder in Aufnahmen kommen könnten, sind:

Côte d'Or. Silberreiche Bleiglanzgrube, in der Gemeinde von Aligny, wurde früher bebaut und in den Jahren **1734** und **1742** wieder angegriffen. Im Jahre **1774** stand dort noch eine weite Grubenstrecke offen.

Nièvre. Silberreiche Bleiglanzgrube. Gemeinde von Chitry-les-Mines. Gab früher eine bedeutende Ausbeute, wurde im Jahre **1493** zuerst aufgenommen und in der Mitte des **17**ten Jahrhunderts verlassen. Es sind noch über die Verwaltung dieser Gruben **10** Edicte des Pariser Parlaments vorhanden, von denen das erste vom Jahre **1493** nnd das letzte von **1599** datirt ist. Alle zeugen von der großen Wichtigkeit der damaligen Bauten.

Bleigrube in der Gemeinde von St. Reverien. Man weiß nicht, ob die dortigen Lagerstätten in früheren Zeiten bebaut wurden; vor mehreren Jahren wurden mehrere Versuche dort angestellt.

Blei- und Silbergrube in der Gemeinde von St. Didier, die seit langer Zeit nicht mehr im Betriebe ist, und zu derselben Zeit, als die Grube von Chitry bebaut wurde.

Anzeichen von silberreichem Bleiglanz im Kreise von Frauchy gegen **1775** entdeckt. Versuche von **1785**, die einige Hoffnung gaben.

Bleigrube von Gamez in den Gemeinden von Glux und St. Prix. Entdeckt **1782**. Kurzer Betrieb.

Bleigrube von Crieur, Gemeinde von Aunay. Zeit der Einstellung des Betriebes ist unbekannt.

Kupfer- und Silbergrube in der Gemeinde von Monteau, seit langer Zeit außer Betriebe, und seine Existenz namentlich nur durch das Vorhandensein sehr reicher Kupfer- und Bleischlacken in dortiger Gegend bekundend.

Saône et Loire, Bleigrube in der Gemeinde von Oyé. Mehrere Gänge, auf denen vor einigen Jahren nur kurze Zeit gebaut wurde.

Bleigrube in der Gemeinde von Gueugnon, wo vor **45** Jahren Versuche angestellt wurden.

Bleigrube in der Gemeinde von St. Christoph.

Bleigrube in der Gemeinde von St. Prix. In Angriff gekommen **1782**. Bald darauf verlassen.

Chromoxydgrube in der Gemeinde von St. Pierre-de-Varennes, wurde einige Zeit bis **1813** betrieben.

Allier. Antimongrube in der Gemeinde von Bresnay, im Laufe des vorigen Jahrhunderts in Betrieb gekommen und wieder auflässig geworden.

Antimongrube in der Gemeinde von Jardinet. Ebenso wie oben.

Antimongrube in der Gemeinde von Petite-Marche, seit langer Zeit außer Betriebe. Man glaubt indeß nicht, daß der Gang abgebaut sei.

Bleigruben. Gemeinde von Nizerolle.

Puy-de-Dôme. Silberhaltige Bleigrube. Saurière bei Issoire. Unbekannt, wann sie auflässig geworden. Man stellt gegenwärtig Untersuchungen an.

Bleigrube von St. Amand, Roche-Savine bei Ambert.

Eisensteinsgrube bei Compains. Vor einem Jahrhundert etwa wegen Holzmangel verlassen.

Bleigrube von Pour und Masboutin bei Montaigu. Gegen **1730** auflässig geworden, wieder aufgenommen gegen **1755**, und wegen Mangel an Betriebskapital einige Jahre später verlassen.

Rhône. Bleigrube von Boussière und Valetier in den Gemeinden von Tarare und Jour. In Betrieb gewesen und auflässig geworden in den Jahren **1748, 1813** und **1819**.

Bleigrube in der Gemeinde von Bressieu. (Gegen **1776** auflässig geworden.)

Bleigrube in der Gemeinde von Propières. Früherer Betrieb; vor einigen Jahren wieder aufgenommen und kurze Zeit darauf wieder verlassen.

Bleigrube in der Gemeinde von Chasselay. (Im Jahre **1780** verlassen.)

Bleigrube von Fenoyl, la Fouillouse, Chambost, La Tour, St. Paule und Etra in den Gemeinden von Halles, Juliennes, Chambost, La Tour-Salvagny, St. Paule und Etra.

Bleigrube von la Maison-Blanche in der Gemeinde von Vaugneray. Vor etwa **12** Jahren wurden hier Versuche angestellt.

Bleigrube von Chaponost in der Gemeinde von Chaponost; wurde vor **12** Jahren etwa aufgenommen.

Bleigrube von Dizinieu in der Gemeinde von Louges.

Kupfergrube. Gemeinde von Chavayzoles. Die Bergwerkskompagnie von Chessy und St. Bel hat dort Versuche angestellt, die im Jahre **1784** eingestellt wurden.

Vienne. Bleigrube bei Sanrais.

Bleigrube bei Vigean.

Haute-Vienne. Bleigrube in der Gemeinde von Glanges, St. Genêt und Vic. Gab Ausbeute von **1724** bis zur Revolution.

Antimongruben in der Gemeinde von Coussac-Bonneval und Glandon, Arrondissement von St. Yrier. Nach einem zwölfjährigen unregelmäßigen Betriebe im Jahre **1812** wieder verlassen.

Zinngrube von Vaudry. Durch die Alten betrieben. Die Bergwerksadministration hat dort neue Versuche anstellen lassen. Seit **1819**.

Corrèze. Malachit und Lazur mit Rothkupfererz in den Bergen von Forges Gemeinde von Louignac. Einige Versuche wurden im Jahre **1823** angestellt, wegen Unregelmäßigkeit des Vorkommens aber wieder aufgegeben.

Spuren von Zinnerz bei Segur, vor **50** Jahren entdeckt.

Bleierze bei Mercoeur. Alte Nachrichten erzählen von mehreren Gängen. Während der Revolution wurde um die Concession nachgesucht.

Bleigrube in der Gemeinde von Moustier-Ventadour. Scheint etwas vor **1765** durch den schlechten Betrieb und die geringe Ausbeute verlassen worden zu sein.

Gard. Goldseifen in der Umgegend von St. Ambroise und Malbosc in dem Flußbette der Cèze und Gagnère, ferner in mehreren Nebenflüssen, und den daneben liegenden Feldern. Die Goldwäscherei war früher sehr ergiebig, wird jetzt indeß nur noch von einigen Bauern betrieben.

Antimongrube bei Sessous. Vor einigen Jahren in Betrieb gekommen, bald darauf aber wegen zu sparsam brechender Erze verlassen worden.

Antimongrube bei Coignas und Latrau in der Gemeinde von Portes wurde im Jahre 1824 nach mehreren Betriebsjahren verlassen. Wenig ergiebig und mittelmäßiges Erz.

Blei- und Silbererz in der Gemeinde von Laval. Es liegen dort ungeheure Halden.

Lozère. Blei- und Silbergrube von St. Sauveur in den Gemeinden von Meyrueis und Gatuzières (Lozère) und St. Sauveur (Gard). Früher in Betrieb gewesen; wieder aufgenommen im Jahre 1775 nach einem sehr großen Maßstabe; verlassen im Jahre 1789. Der Concession wurde unterm 13. Mai 1822 entsagt. Diese Gruben sind in dem 8ten Bande der annales des mines Pag. 471 ꝛc. beschrieben. Sie bauen auf vielen und regelmäßigen Gängen.

Antimongrube von Téraillon, in der Gemeinde von St. Martin de Loubaux. Seit Kurzem wegen Armuth der Lagerstätte außer Betrieb gekommen.

Bleigrube in der Gemeinde von St. Michel de Dèze. Man weiß nicht die Zeit und Ursache ihres Verfalls.

Bleigrube in der Gemeinde von Cassagnas. Zeit des Auflässigwerdens dieses Betriebes ist unbekannt. Ein Stempelzugwerk und die Ueberbleibsel von Gebäuden deuten auf einen Betrieb von gewisser Bedeutsamkeit hin.

Dordogne. Bleigrube in der Gemeinde von Nontron. Zu verschiedenen Zeiten in Betrieb gekommen; zuletzt im Jahre 1823, aber ohne Erfolg.

Bleigrube in der Gemeinde von St. Martin. Versuch von 1824; Ausgabe von 4000 Fr., Einnahme von 700 Fr.

Spuren von Antimonerz, Gemeinde von Grand Jumillac.

Braunsteingrube in der Gemeinde von Milhac de Nontron. Tagebau. Schürfe. Einige Jahre darauf verlassen.

Spuren von Braunsteinerzen in der Gemeinde von Eyzerat, worauf man noch nicht gebaut hat.

Spuren von Braunsteinerz bei Valajour in der Gemeinde von Montignac, wurde vor mehreren Jahren entdeckt, ist aber noch nicht in Angriff genommen worden.

In den Pyrenäen steht für den eigentlichen Erzbergbau wenig zu hoffen, aber es setzen in diesem Gebirge viele Gänge von Braun- und Spatheisenstein auf, von denen die catalonischen Frischfeuer gespeist werden.

Zu den mächtigsten dieser Ablagerungen gehört das Stockwerk von Rancié bei Vicdessos, wodurch allein 60 catalonische Feuer in Betrieb gesetzt werden, und das seit mehr als 600 Jahren im Baue steht. Es setzt in weißem zuckerartigem Kalkstein, in mehr oder weniger krystallinischem grauem Kalke und Thonschiefer auf. Alle diese

Gebirgsarten wurden lange Zeit als zu dem Uebergangsgebirge gehörig betrachtet. Herr Dufrénoy hat sie indeß in die untere Abtheilung des Jura gestellt, und es finden sich in der That an einzelnen Stellen Belemniten, Terebratelen und solche Petrefacten, die für den Lias leitend sind.

Die einzelnen Schichten des Mont Rancié stehen seiger, und eine von ihnen ist so sehr von Brauneisenstein in Begleitung von Roth- und Spatheisenstein, mitunter auch von Manganspath durchdrungen, daß das Eisenoxyd als vorherrschend betrachtet werden kann. Es ist in der That nicht allein der Kalkstein vom Eisenoxyd durchdrungen, so daß seine eigentliche Beschaffenheit gar nicht mehr zu erkennen ist, sondern es wird auch derselbe von einer Menge Adern reinen Oxydes durchzogen, in denen man, wie auf den Gängen, Krystalldrusen und Höhlungen, die von concentrischen Schichten von Roth- und Brauneisenstein begleitet sind, findet. Man hat diese Schicht von dem Gipfel des Berges bis zur Thalsohle, also auf 600 Meter Teufe, untersucht und man kennt die unterste Gränze noch nicht. Die durchschnittliche Mächtigkeit beträgt 20 Meter, mitunter thut sich das Lager bis auf 40 Meter auf, zuweilen ist es bis auf 4 Meter verdrückt. Dieses schöne Lager muß jedenfalls eher für ein Stockwerk, als für eine regelmäßige Lagerstätte angesehen werden; wegen seiner parallelen Einlagerung in die Schichten des Terrains hat man es lange Zeit als gleichzeitigen Ursprunges mit denselben betrachtet; nach den Beobachtungen des Herrn Dufrénoy aber kann man wohl nicht mehr zweifeln, daß die Erze später in jenen Schichten emporgedrungen sind. Diese Bildung steht also mit den granitischen Eruptionen in Verbindung, die an vielen Stellen das Gebirge gehoben, und an anderen Punkten die Kalkschichten in Marmor und Dolomit umgewandelt haben.

Im Canigou tritt die Eisenerzbildung in noch größerem Maßstabe auf; granitische Massen haben geschichtetes Gebirge durchbrochen, und stehen gleich einem Kegel da, der einen ellipsoidischen Umfang und ungefähr 16 Kilometer im Durchmesser hat. An seiner Gränze mit dem durchbrochenen Gebirge haben sich eine Menge von Gängen und Stockwerken mit Spath- und Brauneisenstein gebildet, die in den Gruben von Batère, Rocas-Negros, Droguère, Olette, Fillols, Velestavia, St. Martin ꝛc. abgebaut werden.

Ueber das weitere Vorkommen von anderen Erzen ist in den Pyrenäen wenig zu erwähnen: die Kupfererzgruben von Baygorry in dem Departement der Basses-Pyrenees, und die von silberhaltigem Bleiglanz von Aulus in dem Thale von Erce, Departement de l'Arriège,

sind zu wiederholten Malen in Betrieb gekommen, immer aber wieder verlassen worden. Etwas Aehnliches findet mit den nachfolgenden Gruben statt, zu denen man indeß nicht eine große Anzahl von im Bau begriffener Eisenerzablagerungen hinzugezählt hat.

Aude. Kupfergrube von Canale, Pech-Egute, St. Marie ꝛc. in der Gemeinde von Maisons. Verlassen im Jahre 1750 nach einem ziemlich großartigen Betriebe unter Tage.

Kupfergrube in den Gemeinden von Lanet und Bouysse; Schürfe zu verschiedenen Epochen; die letzten vor 40 Jahren.

Antimonhaltige Kupfer- und Silbergrube von Feugerolle, in der Gemeinde von Quintillan. Früher im Betriebe gewesen, wieder aufgenommen im Jahre 1782, von Neuem verlassen 1793.

Silberhaltiger Bleiglanz bei Rocas-Negros in der Gemeinde von Bains de Rennes. Zeit und Grund des Verfallens sind unbekannt.

Bleigrube in der Gemeinde von Mont Gaillard. Zeit und Grund des Verfalles sind unbekannt.

Antimongrube in der Gemeinde von Quintillan, gegen 1805, in Folge der Sparsamkeit, mit der die Erze einbrachen, außer Betrieb gekommen.

Antimongrube von la Corbos in der Gemeinde von Maisons. Seit 1823 außer Betriebe.

Braunsteingrube von Villerambert in der Gemeinde von Cannes gab keine Ausbeute, und kam 1802 außer Betrieb.

Herault. Kupfergrube in der Gemeinde von Vieussau, vor zwei Jahrhunderten schon außer Betrieb gekommen; im Jahre 1780 wieder aufgenommen und fast gleich darauf ohne bekannte Ursache verlassen.

Spuren von silberhaltigem Bleiglanz von Riols bei St. Pons. Schöner vor wenigen Jahren entdeckter Gang, worauf man noch nicht gebaut hat, und der nach den Berichten sehr reich sein soll.

Kupferquelle in der Gemeinde von Boussagues. Zeit des Verfalles ist unbekannt. Es waren dort sehr bedeutende Bauten vorgerichtet.

Bleigrube von den Bergen von Caroux bei Colombières. Zeit und Grund des Verfalls sind unbekannt.

Silberhaltige Bleigrube von Maloie und Pradel in den Gemeinden von Mourcairol und Villemagne. Zeit und Grund des Verfalls sind unbekannt. Die weiten noch offen stehenden Grubenräume deuten auf einen großartigen und langen Betrieb. Vor 30 Jahren wurden aufs Neue einige Versuchsbauten vorgerichtet, die indeß ohne Erfolg blieben.

Arriège. Silberhaltiger Bleiglanz in den Gemeinden von Aulus, im Canton Oust. Auf mehreren neben einander laufenden Gängen wurde vor langer Zeit gebaut. Der Betrieb scheint sehr schlecht geführt worden zu sein, als man die Grube vor etwa 50 Jahren von Neuem aufnahm, wo das eigentliche Haupterz, welches ein silberhaltiges Weißbleierz ist, ganz verkannt ward. Nach allen Nachrichten können diese Gruben gewiß noch mit Vortheil in Betrieb kommen.

Goldseifen in der Umgegend von Pamiers, hauptsächlich in den Flußbetten von Benagues-Ferriès, Gros-Milly, Trebans, Pailhès ꝛc. und auf vielen Feldern neben den Flüssen.

Die Becken und Flußbetten der Flüsse Béouze und Taliol, zwischen Foix und St. Girons.

Becken und Flußbetten der Flüsse Nert und Salat in der Umgegend von St. Girons.

(Vor der Entdeckung Amerikas gab die Goldwäscherei in dem Arriège-Departement einen sehr bedeutenden Ertrag, und begründete eine Industrie, die bis zu den ältesten Zeiten hinaufreicht. Die Goldwäscher mußten das Gold zu einem bestimmten Preise an die Münze von Toulouse abliefern. Seit 1500 wurde der Betrieb immer schwächer. Gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts betrug die an die Toulouser Münze abgelieferte Goldmenge nur 200 Mark. Von 1750 bis 1762 empfing das Bureau von Pamiers nur 80 Mark, und heute beschäftigen sich allein einige Bauern mit dem Waschen des Goldsandes. Zahlreiche Verordnungen, Edicte und Reglements existiren hierüber von früher noch. Namentlich vom 14. Mai 1472, 18. Octob. 1481, 9. Novbr. 1751. Das Gold war sehr fein. Die Lagerstätten sind von Reaumur in den Memoires de l'academie royale des sciences, année 1718, und von Guettard ebendaselbst 1761 beschrieben; Dietrich sprach hiervon in seiner description des gites de mineraux de France Tome 1.)

Haute-Garonne. Blei- und Silbererz in den Bergen von Uls, Gemeinde von Melle. Verlassen 1824. Gab keine Ausbeute.

Tarn. Silbererz. Brassac. 1790 entdeckt 5000—6000 Kilog. Alquifour wurden gefördert. (Journal des mines Tome 28.)

Kupfergrube von Rostères. Carmeaux. Seit undenklichen Zeiten außer Betrieb. Große Bauten, von denen ein Theil noch befahrbar ist. (Journal des mines Tome 28.)

In den französischen Alpen baut man nur auf Spatheisenstein, der sich in dem Thale von Romanche und Arc auch durch Empordringen granitischer Massen gebildet hat. Zu dieser Klasse gehören namentlich noch die Erze aus der Umgegend von Allevard.

In dem Thale von Oisans setzen indeß wirkliche Gänge auf, die auch abgebaut werden. Der kleine Gang von La Gardette besteht aus Quarz und goldhaltigem Schwefelkies, und zeichnet sich durch seine Regelmäßigkeit aus: seine Mächtigkeit beträgt zwar nur 0,40 M., er wurde jedoch auf mehr als 300 Meter verfolgt. Das interessanteste Vorkommen dieser Gegend ist der Gang von Allemont, der in dem Berge von Chalanches zwei Myriameter östlich von Grenoble aufsetzt, und zu einer Zeit Gelegenheit zu ausgedehnten Bauten gegeben hat. Dieser Berg besteht aus Talk und Hornblendeschiefer, in dem Kalkschichten eingelagert sind und der auf dem Granite liegt. Bei 2100 Meter Höhe trieb man einen Bau auf einem sehr unregelmäßigen Gange oder vielmehr auf einer Reihe von Höhlungen und Spalten, die ein glimmer- und quarzführendes Gestein durchsetzen, welches eine Abtheilung des Schiefergebirges bildet, dessen Schichten von S.—W. fallen. Diese Gänge

sind ebenso unregelmäßig wie das Verhalten des ganzen Gebirges überhaupt, und ihre Beschaffenheit läßt vermuthen, daß sie in derselben Epoche gebildet wurden, wo die französischen Alpen eine so große Umänderung erfuhren, d. h. also nach der Bildung des Juragebirges, dessen Schichten so gänzlich verworfen und verändert worden sind.

Die Gangmasse besteht aus Letten, und führt jene Menge von Substanzen mit sich, die für die Berge von Dissant charakteristisch sind und in den mineralogischen Sammlungen so häufig angetroffen werden. Da hat man den Kalkspath in 13 Varietäten, den manganhaltigen Kalkspath, den Gyps, Schwerspath, den Bergkrystall in seinen einzelnen Modificationen, den Jaspis, mehrere Varietäten von Granat, den Feldspath, Axinit, Epidot, Strahlstein, Asbest, Talk, Chlorit gefunden, die alle als Gangmassen für gediegenes und geschwefeltes Silber dienen, welche von einer großen Anzahl metallischer Substanzen, wie dem silberhaltigen Bleiglanz, Glanzkobalt, der Kobaltblüthe, dem silberhaltigen Speißkobalt, Arsenikknickel, Arsenik, gediegen Antimon, Kupferglanz, Malachit, Fahlerz, Graubraunsteinerz, und endlich Zinnober und gediegen Queckſilber begleitet werden.

Die übrigen noch bemerkenswerthen Lagerstätten sind:

Hautes-Alpes. Bleigrube von Lapierre. Seit 80 Jahren außer Betriebe. Arme Erze.

Bleigrube von l'Argentière. Seit 40 Jahren verlassen.

Kupfergrube in Acles. Seit 40 Jahren verlassen.

Var. Chromeisensteinsgruben von Gassin. Bei Cavalaire. Die Concession läuft bald ab. Die Ausbeute war wegen der Concurrenz der Erze von Baltimore und den vereinigten Staaten unbedeutend.

Silberhaltiger Bleiglanz bei Cogolin. Es sind nun Versuche angestellt, die man vor 2 Jahren wegen zu geringer Erzmengen verließ.

Spuren von Bleierz und Blende (mit Kupfer und Silber) bei Lagarde-Frainet. (Sind niemals untersucht und darauf gebaut worden).

Spuren von silberhaltigem Bleiglanz bei Montali in der Nähe von Grimaud. Wie oben.

Spuren von silberhaltigem Bleiglanz bei Gambade. Wie oben.

Spuren von Bleierz. Bei Gassin. Einige Schurfversuche.

Zwei Myriameter um St. Tropez herum, fanden sich gleichfalls Spuren desselben Erzes. Besonders bei Bois Noir. Einige Schurfversuche.

Silberhaltiger Bleiglanz (mit Kupfer und Eisen). Bei Ameniers, untersucht 1823; Schürfe wurden bald darauf eingestellt.

Bleigrube in der Gemeinde von Canet du Luc. Zeit des Verfalls ist unbekannt.

Spuren von Kupferkies bei Luc. Man glaubt nicht, daß dieselben schon untersucht wurden.

Spuren von kohlensaurem Kupfer. Zwischen Hières, Sollies und Toulon. Noch nicht in Angriff genommen. Die Erze kommen im bunten Sandstein vor.

Spuren von Graphit, eine halbe Lieue von La Tour. Noch nicht in Angriff genommen.

Spuren von Graphit bei Ramatuelle südlich von Gassin.

Basses-Alpes. Bleigrube in der Gemeinde von St. Geniez de Dromont. Seit 1788 außer Betrieb.

Silberhaltiger Bleiglanz in der Gemeinde von Curban am Fuße des Aujardeberges. Man hat dort Untersuchungen im Jahre 1718, 1770, 1783 und 1785 angestellt. Im Jahre 1790 kamen die Gruben wegen Aermerwerdens des Ganges außer Betrieb.

Silberhaltiger Bleiglanz in der Gemeinde von Piégu, beim Flecken Nairac. Versuche vom Jahre 1718, 1770, 1783 und 1785; 1790 wurden dieselben eingestellt.

Bleigrube von Malune. Zwischen den Thälern von Verdon und Barcelonette. Im Jahre 1762 entdeckt. Im Betrieb gewesen 1766, wieder aufgenommen 1786.

Spuren von Blei bei Colmars, in den oberen Theilen des Verdonthales. Versuche. Schöne Erzstufen.

Isère. Silbergrube von Chalanche bei Allemont in der Gemeinde von Allemont. Aufgenommen und im Betriebe gewesen 1788, verlassen seit 1815 in Folge des Todes vom Concessionsinhaber und der von ihm geführten schlechten Wirthschaft. Trotz der großen und traurigen Fehler, die in der Verwaltung dieser Gruben begangen wurden, und der geringen Fonds, über die man bei Vorrichtung der Baue zu disponiren hatte, producirte man dennoch in 46 Jahren 42525 Mark Silber. Die Totaleinnahme betrug 2,296367 Fr. Die Totalausgabe war 2,415317 Fr., Deficit 115650 Fr. Dieses Deficit rührt von den letzten 23 Jahren her, wo die jährliche Einnahme (31000 Fr. ungefähr) stets zu unbedeutend war, um die Baue in großartigerer Weise vorrichten zu können. Alle Berichte vereinigen sich in der Möglichkeit einer Wiederaufnahme dieser Grube, wenn größere Capitalien vorhanden wären.

Bleigruben von Virille und Vaulnaveys (seit 15—20 Jahren außer Betrieb).

Bleigruben von Sechilienne und St. Barthélemy. Zeit des Verfalls unbekannt.

Silberhaltige Bleigrube in der Nähe von Huez. Schon seit langer Zeit außer Betriebe.

Goldgrube von La Gardette in der Gemeinde von Villard-Eymont bei Oisans (Untersuchungen von 1700, 1733, 1765 und 1770. Schwacher Betrieb von 1781 bis 1787, während dessen 27371 Fr. ausgegeben. Einnahme 8000 Fr., Wiederaufnahme der Grube 1837, Journal des mines Tome 20, p. 103.).

Die österreichischen Gruben sind namentlich in Tyrol, Böhmen und Ungarn belegen. Unter allen europäischen Staaten producirt Oesterreich die größte Menge Gold und Silber, sobald man berücksichtigt, daß die russischen Gruben fast alle schon in Asien liegen. Es ist des-

halb das Studium des österreichischen Bergwerkswesens nicht allein von geognostischem, sondern auch rein bergmännischem Interesse.

Bei Bockstein in Salzburg und Zell in Tyrol baut man auf Quarz und Thonschiefergängen, die von Trümmern des Hangenden und Liegenden ausgefüllt worden, die goldhaltigen Schwefelkies, silberhaltigen Mißpickel, silberhaltiges Fahlerz und Glaserz führen. Man ist zu dem besonderen Resultate gelangt, das Gold noch mit Nutzen aus Erzen gewinnen zu können, die nicht mehr als 0,000015 bis 0,000006 und selbst noch darunter Goldgehalt haben. In Zell z. B. gewinnt man aus 50000 Ctr. Erz 35 Mark Gold pro Jahr, d. h. der durchschnittliche Gehalt des Erzes ist 0,000004, der Silbergehalt ist 6—7 Mal so groß, als der Goldgehalt, also 0,000025.

Der geringe Gold- und Silbergehalt in Tyrol ist sehr merkwürdig, denn er zeigt, wie viel die Kunst dazu beitragen mußte, den Abbau solcher Erze überhaupt noch möglich zu machen, insbesondere wenn man bemerkt, welchen ungeheuren Reichthum die amerikanischen Gruben dagegen zeigen.

Alle Gruben, welche auf dem südlichen Abhange des Erzgebirges liegen, gehören zu Böhmen, also zu Oesterreich. Außer den gewöhnlichen Metallen gewinnt man hier noch ein bedeutendes Quantum von Smalte (2000 Ctr.) und weißem Arsenik. Ebenso stehen in diesem Theile von Böhmen 50 Hohöfen im Betriebe, die durch einheimische Erze gespeist werden, wenn auch der Hauptsitz für die Eisenproduction in Mähren, Steyermark und Kärnthen bleibt, in welcher letzteren Provinz außerdem ein bedeutendes Quantum von Blei aus Erzen producirt wird, die in den gestörten Schichten des Bleiberges aufsetzen. Die Wichtigkeit dieser einzelnen Grubendistricte wird sich aus nachstehender Uebersicht ihrer jährlichen Production ergeben:

	Eisen, Ctr.	Kupfer, Ctr.	Gold, Mark.	Silber, Mark.	Blei, Ctr.
Böhmen .	50000	150	=	20000	14000
Mähren .	35000	=	=	=	=
Steyermark	250000	=	=	=	=
Kärnthen .	150000	150	=	=	30000
Salzburg .	9000	=	120	800	=
Tyrol . .	8000	700	35	=	=

Das Quecksilber, welches man in Oesterreich gewinnt, wird einzig und allein aus den Zinnobererzen erzeugt, die bei Idria in Kärnthen brechen.

In Ungarn und Tyrol kommt das Gold in den Silbererzen vor. In dem Districte von Schemnitz und Kremnitz in Niederungarn findet

der ausgedehnteste Betrieb statt. Ober-Ungarn bildet ein zweites Revier, das die Gruben von Schmölnitz und Arandjydka begreift. Das dritte liegt bei Kapnick und Nagybania an der Siebenbürgischen Gränze. Der Banat, eine Nachbarprovinz der Türkei, ist das vierte. Alle fördern silberhaltige Kupfererze.

Die Erze brechen in mächtigen, aber nicht aushaltenden Gängen, die unter sich in der Regel parallel sind, das einschließende Gebirge unter einem Winkel von 40—55° durchsetzen und sich öfters in die Schichtungsklüfte des Gebirges einkeilen. Das einschließende Gebirge besteht aus Porphyr, der mit dem Syenit in Verbindung steht und alsdann in den Granit übergeht. Der Gneiß, Glimmerschiefer und Kalkstein scheinen den ungleich mächtiger auftretenden abnormen Felsarten untergeordnet zu sein.

Die Schemnitzer Gänge haben selten unter 6—8 Meter und öfters bis 40 Meter Mächtigkeit, und führen als Gangart den drusigen, eisenhaltigen, zerfressenen Quarz, eisenhaltigen Kalkspath, Schwerspath und mitunter auch Flußspath. Die Erze, welche hierin brechen, sind Glaserz mit gediegen Silber und verschiedenem Goldgehalte, Fahlerz, Manganspath, silberhaltiger Bleiglanz, Blende, Kupfer und Schwefelkies. All diese Erze kommen sowohl einzeln, als auch unter einander gemengt vor. Die Hütte erhält so Erze, die mehr als $6\frac{0}{0}$ Silber und anderseits wieder solche, die den allergeringsten Gehalt besitzen. Der Goldgehalt des Silbers ist sehr verschieden; in den meisten Fällen beläuft er sich auf $\frac{1}{30}$.

Die Kremnitzer Gänge stehen vielleicht mit den obigen in einem gewissen Zusammenhange, enthalten indeß eine vorherrschende Menge Quarz, und die Erze sind nicht nur goldreicher, sondern auch von Grauspiesglanzerz begleitet. Die Kapnicker Gänge führen mehr Flußspath, als alle übrigen, und enthalten außerdem rothen Arsenik.

Die Hauptgruben liegen um die Stadt Schemnitz herum, und ihre Wasser werden durch sehr starke Wassersäulenmaschinen gehalten. Vor etwa 30 Jahren ließ das österreichische Gouvernement, welches den dortigen Grubenbetrieb leitet, einen der großartigsten Bauten ausführen, die vielleicht je in der Bergwerksgeschichte vollzogen wurden, nämlich den Joseph II Stollen, der an dem Granufer ausmündet und durch die Hodritzer Gruben nach Schemnitz geht, in 10 Jahren beendigt sein, dann eine Länge von 16000 Meter haben wird, und für die im Betriebe stehenden Gruben und zur Aufsuchung neuer Gänge bestimmt ist.

Die Production dieser vier Districte bildet den Hauptmetallreichthum von Oesterreich und ist gegenwärtig:

Gold . .	4000 Mark	Silber	75000 Mark
Kupfer . .	50000 Ctr.	Blei .	20000 Ctr.
Queckfilber	150 =	Eisen	250000 =
Antimon .	6000 =	Kobalt .	5000 =

Schweden und Norwegen.

Das mächtige Gebirge, welches das Gerippe der schwedischen Halbinsel bildet, besteht größtentheils aus Thonschiefer und Uebergangskalk, die durch Granit, Porphyr und Hornblendegestein verworfen und verändert wurden. Es setzen in diesem Gebirge zahlreiche Gänge auf, deren Abbau noch leichter geschehen könnte, wenn der Ausdehnung des Betriebes nicht in den schlechten Transportwegen ein Hinderniß entgegengestellt würde.

Das Hornblendegestein scheint in Skandinavien wie in Toscana der Hauptbegleiter metallischer Eruptionen gewesen zu sein; es kommt mit den Kupfer- und Eisenerzen als Gangart vor, und die berühmten Kupfererze von Fahlun in Dalekarlien brechen in einem seiger stehenden länglichen Stock von Schwefelkies, der sich in dem ihn begleitenden Hornblendegestein verästelt. Die äußersten Gränzen dieses Stockwerkes bestehen aus Kupferkies; man hat das Lager auf 400 Meter aufgeschlossen und in einer Teufe von 350 Meter einen Bau vorgerichtet. Das Erz enthält durchschnittlich nur $2\frac{1}{2}-3\frac{0}{0}$ Kupfer. In Norwegen kommen gleichfalls Kupfererze in ähnlicher Weise wie zu Fahlun vor, werden aber wegen der Schwierigkeit des Transports unter sehr ungünstigen Verhältnissen abgebaut. Eine englische Gesellschaft hat bei dem Nord-Cap, trotz der ungeheuren Kälte, lange Zeit einen Grubenbetrieb unterhalten.

Schweden ist in Bezug auf Eisenerze das reichste Land in Europa, um so mehr, als sich das Eisen dort fast nur im Zustande des Oxyduls als Magneteisenstein vorfindet.

Herr Elie de Beaumont beobachtete, wie das Streichen aller Erzlager einer Linie parallel ist, die von dem Onega-See bis zur S.-W. Spitze von Norwegen geht. In derselben Richtung ziehen sich Gänge von Hornblendegestein, die an vielen Stellen die Gangmasse ausmachen. In dem Taberge bei Jönköping ist der Magneteisenstein von Hornblende eingeschlossen und mit ihr gemengt, so daß dies Gemenge wie in Toscana einer heraufgedrungenen vulcanischen Masse ähnlich sieht. Der Amphybol ist gleichfalls für das Vorkommen der Kobalterze von Tunaberg und der sie begleitenden Magnetkiese charakteristisch.

Die Blei- und Silbererze kommen auf eine ganz andere Art vor

und müssen zu den wahren Gängen gerechnet werden, wie dies mit den Sala'er und Kongsberger Erzen der Fall ist, von denen schon in dem vorhergehenden Kapitel gesprochen wurde.

Spanische Districte.

Spanien stand ehemals an der Spitze der Production aller Metalle; im Jahre 1820 schon besaß es indeß nur die berühmten Quecksilbergruben von Almaden nebst einigen Eisensteingruben in Biscaia und anderen Provinzen. Die Regierung hatte sich die Erzgewinnung als Regal vorbehalten, und dadurch die Schlaffheit und Nachlässigkeit begründet, mit der der Bergbau betrieben wurde. Seit dem Jahre 1826 fördert man aber aus mehr als 3600 Schächten Bleierze in der Sierra de Lujar und de Gador; im Jahre 1827 betrug die Production 374000 metr. Ctr. Blei.

Dies war ein Erfolg, der aller Orten zur Thätigkeit aufrief und von den Alpujarras breitete sich deshalb ein Impuls über ganz Spanien aus. Spanien hätte vielleicht einen Theil seines alten Ruhms wiedererlangt, wenn nicht neue Unruhen den Fortschritten der Industrie hemmend entgegen getreten wären. Den alten Kupfergrubenbetrieb von Rio-tinto nahm man wieder auf; in der Mancha baute man auf die mächtigen Galmeilager von Alcaraz; die Blei- und Kupfergruben von Linares (Jaen) und Falsete (Catalonien) kamen in Betrieb, und endlich wurde die bis dahin vernachlässigte Kohlenförderung in der Umgegend von Oviedo, in Asturien am Ufer des Aviles-Flusses, und Villa nueva del rio, 30 Kilometer oberhalb Sevilla, ebenfalls in Angriff genommen.

Die reichsten spanischen Gruben sind die Quecksilbergruben von Almaden und die Bleigruben der Sierra de Gador; die ersteren liegen in der Mancha, waren schon von den Römern gekannt und liefern gegenwärtig 1,029300 Kilog. Quecksilber pro Jahr. Der Zinnober kommt dort in mehreren Gängen vor, von denen der Hauptgang 12—15 Meter mächtig, und wo das Erz ganz rein abgelagert ist. Da wo er von anderen Gängen durchsetzt wird, ist die Mächtigkeit noch bedeutender; deshalb erklärt es sich, wie trotz der langen Zeit, seit der die Gruben im Betriebe stehen, dieselben dennoch nur 300 Meter Teufe erlangt haben. Die Erze halten 10% Quecksilber; die Gänge streichen von O.—W. zwei Miriameter weit von Chillon bis jenseits Almadenejos fort, und werden auch auf fast allen Punkten abgebaut.

Der größte Theil der spanischen Gruben ist in der Provinz Estremadura, einem Theile der Mancha und dem nördlichen Andalusien

concentrirt. Die berühmten Gruben von Quadanacal, Cazala, Riotinto und Linares bauen mit denen von Almaden im Uebergangsgebirge, das aus Schiefer und Kalk zusammengesetzt, und von Granit verworfen wird. Herr Leplay fand eine merkwürdige Uebereinstimmung dieser Gegend mit dem Harze.

Die Bleierze brechen in Kalklagern, die vom Schiefergebirge und abnormen Felsarten durchsetzt sind, und kommen in den Alpujarras dicht an der Meeresküste vor; der reichste District aber liegt in der Sierra de Gador, wo die Erze in merkwürdig ähnlicher Art wie in Cumberland und Derbyshire auftreten. Der Bleiglanz findet sich in einzelnen Adern und Nieren, die das Terrain nach allen Richtungen durchschwärmen, durch ein kalkiges Bindemittel zusammen gehalten werden und das Aussehen eines mächtigen Bleiglanzstockwerkes geben. Das Erz wird in der Regel in den oberen Teufen, d. h. bis zu 100 Meter angetroffen.

Preußische Districte.

Bei dem Vorkommen von Erzen in Preußen ist eine kleine Schicht von bituminösem Mergelschiefer, die in der Zechsteinformation eingelagert, das Wesentlichste. Diese Schicht ist metallführend, und trägt den Namen Kupferschiefer; und wenn auch ihre durchschnittliche Mächtigkeit nicht 0,40—0,60 M. übersteigt, so wird sie dennoch von ziemlicher Wichtigkeit, da sie mit einer merkwürdigen Gleichförmigkeit und Regelmäßigkeit in ihren geologischen und mineralogischen Charakteren in Thüringen verbreitet ist, und sei es nun, daß sie horizontal gelagert, oder ein größeres Fallen besitzt oder durch Sprünge und Rücken verworfen dennoch stets gleichmäßig angetroffen wird. Der Grubenbetrieb hat namentlich in der Umgegend der Städte Eisleben, Gerbstädt und Sangerhausen eine gewisse Ausdehnung erlangt; man gewinnt dort die ganze Schieferschicht, in der ein etwas silberhaltiges Fahlerz (?) in kleinen Schnüren und feinen Theilen eingesprengt vorkommt. Der Centner Kupferschiefer enthält durchschnittlich 2,10 Kupfer, das Silber wird auch gewonnen. Die Production, welche sich im Jahre 1806 bis auf 8000 metr. Ctr. Kupfer und 3000 Kilog. Silber erhob, ist gegenwärtig nicht bedeutender als 4000 Ctr. Kupfer und 1700 Kilog. Silber (s. Anhang d. Uebers.).

Diese erzführende Lage ist vollkommen geschichtet und giebt ein seltenes Beispiel, wie der Niederschlag eines Gebirges und dessen Metamorphismus gleichzeitig sind. Die einzige haltbare Hypothese, wodurch man dieses Flötz seinem Ursprunge nach mit den übrigen Erz-

ablagerungen in Einklang bringen könnte, würde durch die Annahme erlangt werden, daß die metallischen Massen durch die Wasser hindurch emporstiegen, welche die erdigen Bestandtheile auch niederfallen ließen. Ganz besonders merkwürdig ist hierbei, daß aller Kalkstein, der den Kupferschiefer begleitet, dolomitisirt ward.

Schlesien bildet das zweite Revier in Preußen. Die Erze kommen nicht allein im Riesengebirge, Eulengebirge und den Sudeten vor, welche die höchsten Spitzen der Provinz bilden, sondern auch in den niedrigeren Punkten der Umgegend von Tarnowitz, wo eine Kalkformation viele Nester von Bleiglanz, Eisenerz und Galmei enthält, von denen die beiden letzteren Uebergänge in einander bilden. Am mächtigsten treten die Bleierze zwischen Georgenberg und Beuthen auf; die Eisenerze dehnen sich nord-östlich von Tarnowitz, die Zinkgruben liegen süd-östlich von Tarnowitz und bei Scharlay auf einer Fläche, die 11 Kilom. lang und 7 Kilom. breit ist.

Man fördert in den Bleigruben von Tarnowitz jährlich 20000 metr. Ctr. Erz, aus denen 19000 (? Uebers.) Ctr. Blei und 1500 Mrk. Silber gewonnen werden. Die Zinkgruben haben eine sehr wechselnde Production. Gegenwärtig werden etwa 40000 Ctr. Erz gefördert, und daraus 10000 Ctr. Zink dargestellt (?! Uebers.). Die schlesische Eisenproduction bildet so ziemlich die Totalproduction der ganzen preußischen Monarchie (? Uebers.).

Einige Erzlagerstätten werden noch auf dem Hundsrücken und in der Rheinprovinz abgebaut. Von Vogtsdorf zieht sich von O.—W. eine Glimmerschieferschicht bis Raspenau auf mehr als 40 Kilom. hin, in der sich Ablagerungen von Zinn- und Kobalterz vorfinden. Bei Silberberg, Kupferberg und Rudolstadt treten in dem Uebergangsgebirge mehrere Bleiglanz- und Fahlerzgänge auf.

Districte des deutschen Bundes.

Die metallischen Reviere des deutschen Bundes waren die Wiege und Stütze des europäischen Bergbaues. Wenn sie auch nicht wegen der Größe ihrer Production hervorragend sind, so sind sie es dennoch in zwei anderen Beziehungen; erstens in Rücksicht der Studien, welche man dort über das Verhalten der Gänge angestellt hat und der Sorge, die dem musterhaften Grubenbetriebe stets gewidmet wurde. In der ersteren Beziehung waren es ganz besonders die sächsischen Zinngruben, die wegen des merkwürdigen Verhaltens ihrer Lagerstätten die Aufmerksamkeit auf sich zogen.

Diese Zinnerze sind in dem Erzgebirge concentrirt, das Böhmen von Sachsen trennt. Sie setzen in einer Formation auf, die aus Gneiß, Glimmerschiefer, schiefrigem Quarz und Thonschiefer besteht und durch Gesteinsgänge von Granit, Syenit und Porphyr durchbrochen ist, welche bis zu den höchsten Punkten emporgedrungen sind. Die Erze kommen nur in dem Schiefergebirge und mitunter auch in dem Granit und Porphyr vor.

Man kann in Sachsen vier verschiedene Arten des Vorkommens der Zinnerze unterscheiden: 1) in Stockwerken, die aus viel verzweigten Adern und Nestern bestehen, und welche in einzelnen Parthien des Granits und Porphyrs eingelagert sind, 2) in Schichten des Schiefergebirges mit anderen Mineralien, die dem Zinnerz als Gangmasse dienen, und den Quarz, Turmalin und Chlorit namentlich mit sich führen, 3) in wirklichen Gängen und Spalten, die nach der Bildung des einschließenden Gesteins erst gebildet und ausgefüllt wurden, 4) endlich in Seifen, die in den Thälern abgelagert sind, wo durch diluvialische Wasser die zerstörten anstehenden Erze hingeführt und abgelagert werden konnten.

Das Zinnwalder Stockwerk, wovon eine Abbaustrecke Fig. 17. dargestellt ist, besteht aus einer halbkugelförmigen Masse von grobkörnigem Granit. Diese Masse besteht aus über einander gelagerten Schichten, die gleichfalls halb rund sind, aber zu der äußeren Begränzungslinie des Stockwerkes in umgekehrter Art liegen. Sieben dieser durch Absonderungsflächen gebildeten Curven bestehen zum Theil aus Zinnoxyd, und sind von kleinen seigeren Gängen durchsetzt, die bei ihrem Durchsetzen jedesmal einen Sprung verursachen, wie dies aus Fig. 17. näher erhellt. Diese verticalen Gänge sind taub, und die Lagerstätte verdankt offenbar ihre Entstehung dem Emporkommen des Granits, der seinerseits wiederum von dem Porphyre eingeschlossen ist, an dessen Gränzen die Erze übrigens aufhören.

Das Geyersche Stockwerk kommt gleichfalls in dem Granite vor, die Zinnerzlager sind aber dort nicht so regelmäßig eingeschlossen, und durchsetzen das Gebirge nach allen Richtungen. Hiervon ist das Altenberger Stockwerk wieder unterschieden, d. i. eine quarzführende gräuliche Porphyrmasse von ungefähr 400 Meter Länge auf 2—300 Met. Breite, die von kleinen wellenförmigen Gängen in allen Richtungen durchsetzt wird. Die ganze Gesteinsmasse ist zinnführend, aber ganz besonders in den Gängen selbst und an den Durchsetzungspunkten; je quarzreicher das Gestein, desto reicher ist es an Zinn. An den Gränzen des Stockwerkes geht der Porphyr zum Theil in Granit und

Syenit über; die Adern setzen zwar auch da weiter fort, werden indeß ärmer, und das Erz erscheint nur dann wieder, wenn der graue quarzführende Porphyr von Neuem auftritt.

In allen diesen Verschiedenheiten kann man wohl nichts Anderes suchen, als das gleichzeitige Auftreten einer eruptiven Felsart, deren Beschaffenheit variirt, und in welcher die Gegenwart des Zinnerzes mit gewissen mineralogischen Eigenschaften in Verbindung steht, welche letztere selbst nicht immer dieselben sind und sein können. Ein solcher gleichzeitiger Ursprung räumt dem Zinn einen Platz unter den Bestandtheilen der emporgedrungenen Felsarten ein, und läßt sein Vorkommen mit den hornblendehaltigen Kupfer- und Eisenerzeruptionen in Italien und Skandinavien in Uebereinstimmung bringen.

Das sonstige Vorkommen der sächsischen Zinnerze bietet nichts Besonderes dar; die Gänge sind wie in allen übrigen Gegenden die ältesten, und ihre Gangmassen charakteristisch durch den Quarz, Chlorit, Turmalin und Topas.

Der Gneiß ist in dem Erzgebirge namentlich metallführend, die Gänge treten dort in größerer Menge, als irgend wo anders auf, und bilden mehrere durch Zusammensetzung und Verhalten verschiedene Gangsysteme. In der Umgegend von Freiberg, Ehrenfriedersdorf, Johann Georgenstadt, Annaberg und Schneeberg sind viele Blei-, Silber-, Kupfer- und Kobaltgruben im Betriebe. Auf dem südlichen Abhange setzen die böhmischen Gänge auf, die in derselben Formation nach Sachsen hinüberstreichen und in der Nähe von Joachimsthal, Bleistadt, Catharinenberg und Kupferberg abgebaut werden. Oben schon erwähnten wir der böhmischen Production; in Sachsen sind 500 Gruben im Betriebe, in denen gegenwärtig 15000 Bergleute arbeiten und jährlich folgendes produciren:

Silber	65000 Mark	Kupfer	12000 Ctr.
Blei	12000 Ctr.	Kobalt	4500 =
Zinn	3500 =	Eisen	100000 =

Der Harz ist ein nicht weniger interessanter Grubendistrict als Sachsen. Der Harz bildet eine ellipsoidische Gebirgsmasse, die aus Uebergangsgebirge besteht, und wie ein Riese inmitten der geschichteten Lager und flachen Ebenen Nord-Deutschlands emporragt. Die Längenaxe dieses Gebirges geht N.-N.-O. und beträgt 7 Myriameter. Der Brocken ist der höchste Punkt des ganzen Gebirges; er besteht aus Granit, und ist an seiner Basis von Gneiß und Thonschiefer umgeben, die in Grauwacke und Kalkstein übergehen. Auf 12 □ Myriameter beschäftigen sich 60000 Menschen nur mit dem Bergbau, der

auf Blei=, Silber= und Kupfergängen, welche den einzigen Reichthum des Landes bilden, betrieben wird. Die Hauptbergstädte des Harzes sind Clausthal, Andreasberg, Altenau, Zellerfeld und Lautenthal, deren Name allein alle die berühmten Erzgänge und noch berühmteren Bauten, die darauf geführt wurden, ins Gedächtniß zurückruft. Der große Clausthaler Stollen hat 10580 Meter Länge, und geht 288 Meter unter der Stadtkirche von Clausthal weg; sein Betrieb dauerte 23 Jahre und hat 1,650000 Frs. gekostet. Der Samsoner Silbererzgang ist 600 Meter tief abgebaut. Die Kupfererzgrube im Rammelsberg bei Goslar kam im Jahre 968 in Betrieb, und ist eine der ältesten der neueren Zeit. Außerdem setzen noch in dem Harze viele Eisensteinlager und Gänge auf, von denen eine Menge von Hütten gespeist werden. Der Harz producirt jährlich:

Blei	60000 Ctr.	Eisen	400000 Ctr.
Kupfer	1700 =	Silber	35000 Mark

Aus der vorstehenden übersichtlichen Darstellung der metallischen Districte werden sich die hauptsächlichsten Verhältnisse der europäischen Production ergeben. Das Vorkommen sämmtlicher Erze ist den allgemeinen Gesetzen unterworfen, die in dem fünften Capitel auseinander gesetzt wurden, und diese Uebereinstimmung von Gesetz und Wirklichkeit, von Theorie und Praxis wird aus einem, wenn auch nur flüchtigen Ueberblicke der amerikanischen Bergbauverhältnisse noch mehr hervorleuchten.

Metallische Districte des südlichen Amerikas.

Dem südlichen Amerika haben vulcanische Umwälzungen fast überall ein höchst charakteristisches und in gewisser Weise gleichförmiges Aussehen gegeben. Es kommen in demselben eine Menge von metallischen Ablagerungen vor, und besonders treten die Gold= und Silbererze nach einem ungeheuren Maßstabe in den Cordilleren auf, überlagern als jüngste Bildung alle übrigen Formationen und haben dieselben in ähnlicher Weise verändert, wie der Trachyt und die neueren Vulcane auf die physikalische und geognostische Beschaffenheit ihren Einfluß im Allgemeinen äußerten.

Die Silbererze kommen in staunenerregenden Mengen vor, und haben die Aufmerksamkeit von allen sonstigen Erzvorkommen in den dortigen Gegenden vollständig abgelenkt. Dies konnte freilich um so eher geschehen, als die Gewinnung anderer Metalle, wie des Silbers oder Goldes, selbst wenn dieselben in ziemlichen Mengen vorkämen,

wegen des hohen Tagelohnes, der schlechten Communicationswege und des gänzlichen Mangels an Brennmaterial in Süd-Amerika fast unmöglich gemacht wird. Deshalb kann man dort eben nur mit Vortheil auf edle Metalle bauen, die durch Amalgamation leicht zu gewinnen sind, oder deren Darstellung wenigstens wenig Brennmaterial erfordert, deren Transport ferner in Vergleich zu ihrem Werthe billig ist, und die durch die Hoffnung auf augenblickliche Ausbeute das erforderliche Kapital zu ihrem Betriebe leichter herbei schaffen lassen. Die Zinnerz-, Kupferkies-, Bleiglanz- und Fahlerzgänge und Lager, die in den Cordilleren ebenso gut, wie in den meisten europäischen Districten vorkommen, hat man bei Seite gelassen und sich ausschließlich mit dem Golde, Platin, und besonders mit den so mächtigen und zahlreichen Silbererzlagern beschäftigt.

Es ist weniger der Gehalt der Erze in den Cordilleras de los Andes, welcher ihren Abbau so gewinnbringend macht, als vielmehr die Mächtigkeit ihrer Lagerstätten, und die Leichtigkeit, mit der das Erz gewonnen und gefördert werden kann. In Rücksicht auf den Gehalt findet zwischen den Erzen der neuen Welt und denen von Europa kein reeller Unterschied statt, aber wegen der ungeheuren Ausdehnung der amerikanischen Erzgänge zeigen sich die dortigen Verhältnisse besser ausgebildet und vollständiger charakterisirt.

In den Siebenbürgischen Gängen scheint das Gold- und Silbererz einer einzigen Bildungsepoche anzugehören, während sie in dem südlichen Amerika offenbar zwei Formationen bilden. In den brasilianischen Bergen setzen vorzugsweise die Golderze auf, während in den mexikanischen und Chilier Anden die Silbererze vorherrschen. In den Anden von Peru treten beide Formationen aber streng von einander geschieden auf. Wir wollen die Erzablagerungen der alten Metalle bei Seite lassen, obgleich sie an vielen Punkten von großer Wichtigkeit sind, da sie uns nichts Neues lehren können. Beschränken wir uns auf die Bemerkung, daß bei Juan Cavelica auf Zinnober gebaut wird, und die reichen Kupfererze aus dem Thale von Coquimbo in Chili, die fast ebenso viel Varietäten wie in Chessy aufzuweisen haben, zum größten Theile zur weiteren Zugutemachung nach England gebracht werden.

Die aus dem Innern der Erde emporgedrungenen Felsarten könnten in den metallischen Districten des südlichen Amerikas, ebenso wie in Europa gewiß das beste Anhalten zur Charakterisirung und Classificirung der Erzlagerstätten beitragen. Herr v. Humboldt hat zuerst den Zusammenhang nachgewiesen, der zwischen diesen beiden Phäno-

menen existirt und bezeichnete mit dem Namen der metallführenden Porphyre solche, welche stets in Begleitung der Erzlagerstätten auftreten. Er deutete ferner auf die wichtigen Altersunterschiede dieser Porphyre und unterschied die nicht metallführenden alten Porphyre, welche sich von den anderen durch ihre mineralogischen Eigenschaften absondern, machte endlich auf die innigen Beziehungen der Silbererzführenden Porphre mit den Trachyten, die über ihnen lagern, aufmerksam. Herr Domeyko zeigte in einem kürzlich erschienenen Berichte über Chili, daß zwischen den granitischen Felsarten, die mit den Golderzen in der Regel auftreten, und welche die niedrigsten Parthien des östlichen Abhanges bilden, ein großer Unterschied mit den porphyrartigen Gebilden, Feldspath oder Quarzporphyren, Dioriten, Euriten ꝛc. bestände; diese letzteren wären hingegen mit dem Auftreten der Kupfererze, wie des gediegenen, kohlensauren Chlorkupfers von Coquimbo des silberhaltigen Fahlerzes, endlich des gediegenen Silbers, Glaserzes, Rothgültigerzes und Hornerzes, welche die jüngsten sind, innig verbunden. Offenbar bleiben hier noch die Altersunterschiede zwischen den verschiedenen Gliedern dieser Porphyrreihe ebenso zwischen den auf einander folgenden Erzablagerungen festzustellen übrig. Es ist gewiß, daß ein Gesetz hierüber existirt, was aus einer Beschreibung der hauptsächlichsten Reviere näher hervorgehen wird.

Mitunter sind die Silbererze goldhaltig und deuten so auf einen reellen Zusammenhang beider Metallvorkommen hin; das Gold aber erscheint hier nur zufällig und in sehr geringer Menge. Auf allen Gängen in den Cordilleren, wo der Schwefelkies mit Blende, Bleiglanz, Kupferglanz, silberhaltigem Fahlerz, Glaserz und gediegen Silber zusammen auftritt, ist der Silbergehalt ein charakteristisches Kennzeichen. In denselben Gegenden trifft man aber auch wirkliche Golderzablagerungen, in denen dieses Metall von dem Silber vollständig getrennt ist.

Die Gangmassen der Gänge, in denen das Gold sowohl wie das Silber vorkommt, sind theilweise selbst metallisch, und namentlich tritt der Schwefelkies in ihnen in derben Massen auf. Der Brauneisenstein, welcher an einzelnen Stellen auch angetroffen wird, scheint nur von der Zersetzung der Kiese herzurühren. An mehreren Punkten wird auf Blende und Grauspießglanzerz wegen ihres Goldgehaltes gleichfalls Bau geführt. Diese Golderze finden sich in Gängen, die aus Quarz bestehen, und ihr Vorkommen scheint in Rücksicht der Form mit den gewöhnlichen Gängen übereinzustimmen. Man fördert z. B. in den Gruben von Marmato auf dem Abhange von Rio-cauca goldhaltige

Schwefelkiese, die auf vielen, mächtigen und regelmäßigen Gängen brechen, welche alle von O.—W. streichen. Das Gold findet sich darin in einzelnen dem Auge sichtbaren Theilchen. Gewöhnlich kann man indeß das Gold nicht mehr erkennen, und selbst die Spuren durch chemische Untersuchungen nicht mehr nachweisen. Nach Herrn Boussignault sollen beim Zerschlagen einzelner Kiesmassen Krystallgruppen von Gold, die mehrere Unzen wiegen, gefunden worden sein; im Allgemeinen findet sich aber das Gold sehr wenig concentrirt, und seine Gewinnung konnte nur durch die große Mächtigkeit ergiebig werden, mit der die Kiese auftreten, und durch die Leichtigkeit, mit der sie abzubauen sind. Der Gehalt des reinen Kieses scheint zwischen $\frac{1}{5000}$ — $\frac{7}{5000}$ zu schwanken.

Das Gebirge, in dem die goldhaltigen Kiese aufsetzen, gehört den metallführenden Porphyren und Dioriten an; die in der Umgegend von Antioquia vorkommen; aus der Zertrümmerung dieser Schichten werden die Goldseifen gebildet, die sich auf vielen Punkten am Fuße der Cordilleren abgelagert haben, wegen gänzlichen Wassermangels aber schwer zu gewinnen sind, und deshalb in Rücksicht ihrer Wichtigkeit wenig zur Totalproduction beitragen.

In Brasilien tritt namentlich die Formation der Golderze ausschließlich auf.

Brasilien, Provinz Minas Geraes.

Die brasilianischen Gruben liegen hauptsächlich in der Provinz Minas, deren geognostische Beschaffenheit ganz eigenthümliche Verhältnisse darbietet. Das Uebergangsgebirge tritt dort besonders auf (es wird wenigstens dafür gehalten), und seine Schichten sind, wenn auch weniger gestört, als es bei den Gebirgen der Fall ist, wo krystallinische Felsarten in großen Massen auf ein Mal emporgedrungen und das Gerippe des Gebirges bilden, dennoch durch Dykes und das Hervortreten kleinerer eruptiver Massen, die das Gebirge durchdrungen und gänzlich metamorphisirt haben, an einzelnen Punkten verworfen, während sich dort durch eine jener großen Umwälzungen ungeheure Massen auf einmal erheben, und dadurch der Gegend jenen gleichmäßigen Stempel auch selbst in den Verwerfungen aufdrückten, der besonders in den Cordilleren und sonst auch bei allen großen Gebirgszügen ersichtlich ist. Der Theil von Brasilien, von welchem hier die Rede ist, scheint noch früher als die Anden gehoben worden und einer allgemeineren Wirkung ausgesetzt gewesen zu sein, die von den vulcanischen Felsarten aus das ganze Gebirge metamorphisirt hat.

Die höchsten Spitzen des Centrums erheben sich ungefähr 1800 Meter und bestehen noch aus vollkommen geschichteten Gebirgsmassen. In den Thälern aber ist das Gebirge von vielen Spalten durchzogen und wellenförmig gebogen; da sieht man die Durchdringung der Gebirgsschichten von den eruptiven Felsmassen, und die Wirkung der letzteren, die sich namentlich durch den gänzlich umgeänderten Zustand des geschichteten Gebirges und das fast universelle Vorkommen von metallischen Substanzen, ohne daß gerade diese Erze in bestimmten Formen von Gängen oder Stockwerken auftreten, kund geben.

Wenn man von dem Thalgrunde bis zu den höchsten Bergspitzen hinauf steigt, so trifft man zuerst den Gneiß und den geschichteten Quarz an, der mit dem chloritischen Quarz, Itakolumit in ungeheurer Mächtigkeit auftritt. In Brasilien trifft man überhaupt auf vielen Punkten den Quarzfels an, der dadurch ein charakteristisches Kennzeichen der geognostischen Beschaffenheit jener Gegend wird; er scheint nichts weiter als metamorphisirter Sandstein zu sein, und bildet mit dem Glimmerschiefer, dem weißlichen und röthlichen Talkschiefer und Thonschiefer abwechselnde Schichten. In größerer Höhe sind diese Quarzfelsen von Brauneisenstein durchdrungen und bilden eine körnige oder compacte Masse, die man dort Itabirite und Yacotinga nennt. In der größten Höhe tritt nun der wahre Sandstein auf, der, wie schon angedeutet, bis zu den höchsten Bergspitzen der Provinz Minas emporreicht.

Diese einzelnen Lager sind, wie wir bereits erwähnten, in ihrer Aufeinanderfolge verworfen; man kann indeß in den meisten Thälern bemerken, wie die einzelnen Verwerfungen auf beiden Seiten miteinander correspondiren. Die abnormen Felsarten, d. h. die feinkörnigen Granite und hornblendehaltigen Porphyre treten in Dykes und in Begleitung von Quarzadern auf.

Am interessantesten ist die erzführende Beschaffenheit des geschichteten Gebirges, das an allen Punkten metallische Substanzen durchdrungen zu haben scheinen, die an einzelnen Stellen außerordentlich mächtig werden, und die eigentliche Beschaffenheit des Grundgesteins gar nicht mehr erkennen lassen. Besonders aber findet sich der Quarz mit erzführenden Substanzen durchdrungen.

Gewöhnlich trifft man das Eisen als Brauneisenstein, dann auch den goldhaltigen Schwefelkies, Graumanganerz, Manganspath und gediegen Gold an.

Das Gold kommt hier so häufig vor, daß man in einzelnen Gegenden nur irgend eine Schicht zu nehmen, zerschlagen und aufzube-

reiten braucht, um das Metall in ziemlich ansehnlichen Quantitäten zu erhalten. Es tritt endlich namentlich mit dem Eisen und Manganerz auf.

Bei Gongo Socco, Villarica, Moro veilio und Taquary bricht ein röthlicher Jaspis von schiefriger Textur, den man in jener Gegend Yacotinga nennt und in dem der Brauneisenstein in schwachen Lagen eingelagert vorkommt. Dieses Eisenerz ist ebenso, wie der manganhaltige Sandstein, der weiße Talkschiefer und der Dachschiefer in ihrer Berührung mit dem Yacotinga goldhaltig, mit dem Unterschiede, daß in den letzteren das Gold gediegen in Blättern und krystallinischen Absonderungen in gewissen Spalten vorkommt. Der Manganspath ist bei der Aufsuchung von Gold der beste Führer. Der Goldgehalt der Gebirgsarten variirt außerordentlich. Ein einziger Tag vergilt bisweilen die fruchtlosen Arbeiten vieler Wochen. Im Jahre 1837 förderte die kaiserliche Compagnie von Gongo Socco, welche unter allen die größte ist, 18000 Tonnen Erz, aus denen man 700 Kilog. Gold gewonnen hat, was nur $\frac{1}{26000}$ für den durchschnittlichen Gehalt, d. h. ungefähr 100 Gramm Gold pro Cubikmeter Erz ausmacht. Durch ein Ausklauben sucht man das Gold von den fremden Substanzen zu befreien, und dann wird das Erz auf die Pochwerke gebracht, von da in die Wäsche oder Amalgamation.

Von sechs anderen Compagnien wurden unter ähnlichen Verhältnissen 950 Kilog. Gold erzeugt; das macht also 5 Millionen Totalwerth für den einzigen District von Gongo Socco.

Alles übrige Gold wird in Brasilien aus den Seifen gewonnen, die aus eisenhaltigem Quarz und veränderten Sandsteingeröllen bestehen, und in denen bei Rio Guarahi, Rio Abaete, Tejuco, Corrego-das-Lagens außer dem Golde noch Palladium, Diamanten, Platina, Osmium und Iridium vorkommt. Herr Pissis beobachtete, wie die Flüsse und Bäche in dem Süden der Provinz St. Paul nur dann gold- und edelsteinführend sind, wenn sie über eine Thonschieferformation hinweggegangen, die wie der Kalk über dem Sandstein liegen, und wenn sie in Berührung mit dem Sandstein gewesen sind, der zum Itakolumit gehört.

Oefters fand man den Diamant auch anstehend in einem weißen körnigen Quarz, namentlich in dem Sandstein von Serra-Grammangoa. Die übrigen Edelsteine, wie der Topas, Euklas und Beryl kommen in Brasilien häufig vor, und finden sich in den Seifen und in den Schichten des Itakolumits, die namentlich sehr talk-, chlorit- und manganhaltig sind. Sie finden sich dort in Drusen, gemengt mit

weißen oder amethystfarbigen Quarzkrystallen und namentlich werden sie zwischen Villarica und der Gebirgskette von Dios-te-Libre angetroffen.

Der edelsteinhaltige und metallführende Quarzfels zeigt also alle Eigenschaften des vollständigsten Metamorphismus. Hornblendehaltige Porphyre setzen in ihm in Dykes auf, die bisweilen nahe neben einander emporgedrungen sind und ganze Hügelreihen bilden. Ist dieses durchaus modificirte Gebirge wirklich ein Uebergangsgebirge? Dies dürfte in Betreff der ganzen Masse zu bezweifeln sein, denn die oberen Theile (Thonschiefer, Kalk, metamorphisirter Sandstein und Quarz) sind durchaus anders wie die unteren Parthien (Quarz, Thon oder Talkschiefer und Gneiß) gelagert. Es scheint, daß der großen Metallbildung, die durch das Gold und die Edelsteine charakterisirt wird, auf mehreren Stellen in Brasilien die Bildung von zinnerzführenden Graniten, Bleiglanz und chromsaurem Bleilagern vorausgegangen ist.

Fassen wir nun die obigen Angaben zusammen, so ergiebt sich daraus, wie sich zuvörderst das Gold und Platin nur in gediegenem Zustande befindet, wie ferner die größte Menge von diesen beiden Metallen aus den Seifen gewonnen wird, und wie man deshalb annahm, daß ihre Formation der allerjüngsten Epoche angehört, welches letztere indeß nicht der Fall ist, da die Gold- und Platinaseifen nur zerstörte früherhin anstehend gewesene Gebirgsarten sind, in dieser Beziehung mit den Zinnseifen übereinstimmen, von ihnen aber in sofern unterschieden werden müssen, da das Gold und Platin weit mehr als das Zinnoxyd bei der anstehenden Gangmasse vertheilt ist, deshalb dort selten zu gewinnen und selbst schwierig aufzufinden ist, während es wegen seiner physicalischen Eigenschaften dem zerreibenden Einflusse des Wassers besser widerstanden, und sich darum in den Seifen auf weit größeren Entfernungen von dem anstehenden Orte leichter als die Zinnerzseifen wieder finden wird.

Das Gold kommt fast immer mit den Eisenerzen vor; in Brasilien ist es ein häufiger Begleiter des Rotheisensteins und tritt in einem Gestein auf, das aus Quarz und Eisenglimmer besteht. In den Cordilleren kommt das Gold mehr mit Schwefelkies und Brauneisensteinen vor, welche letztere durch das Zersetzen der Kiese entstanden sind. Nach dem Eisen ist der Quarz die gewöhnlichste Gangart des Goldes; selbst außerhalb Brasilien setzen viele Gänge auf, in denen das Gold in zerfressenem, reinem und krystallinischem Quarz vorkommt. In

Brasilien hängt das Vorkommen des Goldes fast immer mit dem mehr oder weniger mächtigen Auftreten des Quarzes zusammen.

Cordilleras de los Andes.

Die eigentlichen Silbererze in den Anden gehören einer besonderen geologischen Epoche an. Sie kommen stets mit den Feldspath- und Hornblendeporphyren vor, die Herr v. Humboldt mit dem Namen der metallführenden Porphyre bezeichnet hat, da ihm das Vorkommen der Metalle mit den Porphyren in genauem Zusammenhange zu stehen scheint. In den Porphyren selbst finden sich die Erze nicht, sondern sie brechen nur in dem Schiefer- und Kalkgebirge, das von den Porphyren durchsetzt und deshalb nicht nur in seiner Schichtung gestört, sondern auch in seiner Beschaffenheit modificirt worden ist. Alle Lagerstätten der goldhaltigen Silbererze sind in dem südlichen Amerika unter sich auf eine merkwürdige Weise gleich, so daß man dieselben abgesehen von den einzelnen Details, mit folgenden Worten beschreiben kann:

Das Vorkommen der Erze findet in mächtigen und aushaltenden Gängen statt, die den Thonschiefer und die Grauwacke nach allen Richtungen durchsetzen (Gänge von Zacatecas, Guanaruato und Potosi); ferner den dichten Kalk (Gänge von Pasco und Catorze); den kieselschieferführenden Kalk (Gang von Veta-Negra und Sombruete); den Feldspath und Hornblendeporphyre (Gänge von Pachuca und Xacal, an der Nordgränze von Veta Madre de Guanaruato); den Porphyr, der mit dem Trachyt und Obsidian zusammen auftritt (Gänge von Biscaina und Real-del-Monte). Diese Gänge besitzen in der Regel ein starkes Fallen, und da die abwechselnden Schiefer- und Kalksteinschichten durch die Porphyrmassen sehr verworfen wurden, so haben dieselben mitunter mit den Gängen ein gleiches Fallen.

Gangmassen. Das sind der Quarz, der Kalkspath, Trümmer des Hangenden und Liegenden, der Schwefelkies und das Eisenerz. Die goldhaltigen Silbererze sind in Rücksicht ihres Vorkommens den übrigen Erzen untergeordnet, und besitzen nur wegen ihres höheren Werthes eine größere Wichtigkeit, denn in einer größeren Teufe brechen große Mengen von Schwefelkies mit Bleiglanz und Blende. In den oberen Teufen ist die Gangmasse quarziger Natur, die Kiese sind verschwunden und statt ihrer kommen Nester und Adern von erdigem Brauneisenstein oder einer Art von Conglomerat vor, das aus kieseligem Thon und Eisenoxydhydrat gebildet wurde. In jener Gegend nennt man diese ockrigen Erden pacos und colorados und hierin

finden sich namentlich die Silber- und Golderze. Offenbar sind diese pacos durch Zersetzung von Kiesen entstanden und bilden nunmehr faule Gänge, in denen die krystallinische Structur, die das Vorkommen solcher Art in der Regel charakterisirt, verschwunden ist.

Erze. Betrachten wir hier nur als Erze diejenigen Metallverbindungen, welche während der in Rede stehenden geologischen Epoche gebildet worden und den eigentlichen Gegenstand des südamerikanischen Bergbaues bilden, so dürfen wir das gediegene Silber, das goldhaltige Silber, das Glaserz und das Rothgüldigerz allein hervorheben. Diese Erze werden nun von dem Bleiglanz, der Blende, bisweilen auch von dem Rauschgelbe, dem Kupferglanze und Fahlerze begleitet. Der Reichthum des Ganges ist sehr verschieden; man fand z. B. Klumpen gediegen Silber, die bis 300 Kilog. schwer waren, und es brechen Erze von 40—60%. Das sind aber alles Ausnahmen, und die amerikanischen Gruben sind wirklich nur wegen der ungeheuren Masse ihrer Erze ergiebig, denn der durchschnittliche Gehalt derselben beträgt nur 0,0018—0,0025. Das durch die Amalgamation erhaltene Silber ist fast immer goldhaltig, und das Silber von Guanaruato hat $\frac{1}{360}$ Goldgehalt.

Cordilleren von Chili.

In den Cordilleren von Chili beginnen die amerikanischen Erzablagerungen. Auch hier hat Herr Domeyko die Unterschiede in dem Vorkommen der Kupfer-, Gold- und Silbererze durch sorgsame Beobachtungen sehr genau festgestellt. Die Erzlager gehen gleich den verschiedenen Formationsschichten in der Richtung des Hauptstreichens der Gebirgsaxe zu Tage. Die Küste von Chili besteht aus Granit, und hierin treten jene charakteristischen Golderze ebenso wie in Brasilien mit dem Quarz und Eisen zusammen auf. In derselben Formation brechen aber auch jene reichen Kupfererze, die von Chili nach England transportirt werden. Hornblendehaltige Porphyre und Eurite drangen empor, und bilden so die zweite Terrasse der Gebirgskette. Eine mächtige und vollständig ausgebildete Kalkformation ist westlich von dieser Porphyrreihe abgelagert. Dieselbe gehört der Kreide an. Ihre Schichten erhielten durch die hervordringenden Porphyre ein Fallen nach Osten, und bewahrten hierbei ihr Streichen nach der Richtung der Hauptaxe des Gebirges. Dieser Einfluß documentirt sich indeß nur auf eine gewisse Entfernung, dann erhalten die Schichten ihre horizontale Neigung wieder, bis daß eine zweite Porphyreruption denselben das entgegengesetzte Fallen nach W. giebt.

Zwischen diesen beiden Porphyrbildungen, von denen die Kalkformation eingeschlossen ist, und deren Schichten nach Ost und West gehoben werden, kommen die Erze und zwar an der Berührungsfläche vor. 40—50 Kilom. von dem Meere entfernt treten parallel mit der Küste zuvörderst die Erze auf, welche Herr Domeyko auf mehr als 400 Kilom. verfolgt hat, und wohin die Silbergruben von Arqueros, Tunas, Amarga und Copiapo gehören; wo das Silber im gediegenen Zustande, als Amalgam oder Chlorsilber angetroffen wird, und die Golderze nebst den Kupfererzen, die in dem Granit auftreten, durch die ganze taube Porphyrformation von ihnen getrennt sind. An der Berührungsfläche der Kalkformation mit der östlichen Porphyrbildung trifft man zweitens mannigfache Lager von Bleiglanz, silberhaltigem Fahlerz von silberhaltigen Schwefel- nebst Arsenikverbindungen an. Hinter dieser zweiten Porphyrlinie treten endlich die Granitfelsen von Neuem auf und mit ihnen die Gänge von eisen- und goldführendem Quarz. Steigt man nun noch höher, so bieten sich dem Auge nur jene ungeheuren Trachytformationen und modernen Vulcane dar, deren colossale Massen auf einer 2000 Meter hohen Hochebene lagernd, sich darüber noch 3000 und 4000 Meter höher erheben.

Sobald also irgend eine Formation für sich allein auftritt, so ist sie nicht erzführend, und wird dies erst dann, wenn in ihr Porphyre und sonstige vulçanische Massen aufsetzen. Die Grundsätze also, die in dieser Rücksicht in den metallischen Revieren Europas entwickelt wurden, finden in der neuen Welt ihre vollständige Bestätigung. Die Silbererze, der Bleiglanz und das silberhaltige Fahlerz sind jünger, als die Kreide; die goldhaltigen Quarzgänge mit dem Eisen- und Manganoxyd, welche in dem Schiefergebirge aufsetzen, sind älter.

Die Beschaffenheit der Gangmasse trägt in Chili gleichfalls zur Classification der verschiedenen Erze bei. Der Quarz und die Hornblende sind die gewöhnlichen Gangmassen für die Kupfererze, der eisenschüssige Quarz für das Gold, der Schwer- und Kalkspath nebst dem Witherit, kommen in der Regel nur mit den Silbererzen vor.

Die Chilier Erze bestehen in Silberamalgam (Arqueros), Hornsilber und gediegenem Silber (Chanareillo und Agua amarga), Branzsilber, Arsenikſilber, silberhaltigem Mißpickel und Glaserz. Diese Erze kommen nun längs den Anden von Copiapo bis 80 Kilom. jenseit San-Yago vor, und zeigen nach Herrn Domeyko in ihrer Vertheilung ein eigenthümliches Verhalten. Nördlich trifft man die reichsten, im Süden die ärmsten, die meisten Chlorverbindungen im Norden, die meisten Schwefelverbindungen im Süden. Je mehr man nach Norden kömmt,

steigt der Gehalt der Erze, das Quantum scheint sich zu verringern während man mehr nach Süden hin zwar ärmere Erze im Allgemeinen, das Silber aber mitunter in bedeutenden Klumpen findet.

Zu den ergiebigsten Erzen von Chili gehört das Hornsilber, welches in der Regel in erdiger, grau oder ockerfarbiger Gestalt angetroffen wird, und unter dem Namen von pacos und colerados bezeichnet ist. Aeußerlich sieht man an diesen Erden keine Metallspur; an einzelnen Stellen, wie zu Chanareillo trifft man das Hornsilber in krystallinischen oder derben Adern, ja selbst gegen das Ausgehende hin mit gediegenem Silber gemengt und in großen Stücken.

Der Gehalt der Erze ist sehr verschieden; mitunter fördert man solche, die $\frac{3}{1000}$ Silber haben; der größte Theil enthält $\frac{8}{1000}$, die Erze von $\frac{1}{200}$ hält man für sehr edle Geschicke. Das Hornerz, das Amalgam und gediegenes Silber kann in seinen kleinsten Quanten gewonnen werden. Merkwürdig bleibt es, daß die unzähligen Bleierz- und Blendegänge von Chili, die sonst in der Regel silberhaltig sind, hier nicht eine Spur davon besitzen. Hieraus scheint hervorzugehen, daß die Bleigänge einer älteren Epoche angehören, was übrigens auch durch Beobachtung in den anderen Revieren bestätigt wird.

Cordilleren in Bolivien, Peru, Columbien ꝛc.

In den Anden von Bolivien, Peru, Columbien und Mexiko setzen gleichfalls Erzlagerstätten auf, die der Gebirgskette parallel streichen. Verfolgt man den ungeheuren Gebirgszug von der Südspitze Amerikas bis nach Mexiko, so sieht man gegen Norden den Granit, metallführenden Porphyr und das Uebergangsgebirge ebenso, wie in den Anden von Chili auftreten, und sie sind hier gleichfalls durch eine Reihe vulcanischer Kegel gekrönt. — Auf einzelnen Punkten tritt das geschichtete Gebirge, besonders der Sandstein und secundäre Kalk, wie in Chili die Kreide auf. Die Erze kommen indessen namentlich in den von den Porphyren gestörten Uebergangsgebirgen vor.

In dieser Art treten die Erze in den Bergen von Potosi in Bolivien auf, die seit dem Jahre 1545 abgebaut werden, und einen Totalwerth von mehr als 6 Milliard. Frs. geliefert haben. Die Lagerstätten von Potosi sind nächst den mexicanischen die reichsten, und haben das für die Silbererzgänge aufgefundene Gesetz bestätigt, daß nämlich diese Gänge nach dem Ausgehenden zu außerordentlich reich sind, und bisweilen einen Gehalt von 0,30 und im Durchschnitt über 0,0015 hatten, dieser Gehalt indeß mit zunehmender Teufe geringer ward und in den heute anstehenden Bauen, nur 0,0004 beträgt. Die Erzlager-

stätten dieses Theils der Anden setzen nach Peru bis zu dem Titicaca See über, d. h. also auf eine Länge von mehr als 600 Kilom. In den Peruischen Anden findet man, wie in Chili, namentlich aber in der Provinz von Tarma, die goldhaltigen Quarzgänge: zahlreiche Goldwäschen stehen an den Ufern des Tunguras und seiner Nebenflüsse im Betrieb. Man baut auf Silbererze in 600 Gruben, von denen die wichtigsten die von Pasco sind, welche 4000 Meter über der Meeresfläche an den Quellen des Amazonenflusses belegen sind.

Die Erzlagerstätten der Tropengegenden haben einen eigenthümlichen Charakter, den man am besten in den reichen Becken von Pasco in Peru erkennen kann. Die Erze kommen hier wie in Chili, wo sie pacos genannt werden, ganz ähnlich vor, und Herr Rivero, der dortige Grubendirector, beschreibt die Zusammensetzung und Verhältnisse der dortigen Gänge folgendermaßen:

In der Mitte des Bassins von Pasco gehen große Massen von zerfressenem ockerfarbigen Quarz aus; die Structur dieses Gesteins ist breccienartig, und es scheint, als ob dasselbe wirklich ein Conglomerat von weißem Quarz, Schwefelkies und Eisenoxyd wäre, wo man an vielen Stellen noch den Sandstein erkennt, der anstehend über dem Schiefergebirge jener Gegend lagert. In dem Districte von Santa Rosa liegt nun jene erzführende Quarzmasse wie ein mächtiges Stockwerk da, das mit dem einschließenden Schiefergebirge parallel gelagert ist, und dessen Erze auf 100 Kilog. 1½—2 Mark Silber liefern. Man hat jene colossalen Erzmassen wegen ihrer nicht krystallinischen Structur öfters als gleichzeitige Schichten betrachten wollen.

Die amerikanischen pacos müssen aber, wenn auch nicht ihrer Form, doch dem Ursprunge nach, zu den Gängen gerechnet werden; das Vorkommen der reichsten Erze in der Provinz Pasco scheint dies wenigstens zu beweisen. Diese reichsten Erze kommen nämlich in einem feinkörnigen harten Glimmerschiefer vor, der durch kleine weiße Quarz- nnd Schwefelkiesgänge, die bald in Stockwerksmassen, bald nesterweise auftreten, durchzogen wird, dieser Schwefelkies ist silberhaltig, und die Silbererze, die sich in ihm vorfinden, bilden mit ihm eine und dieselbe Masse. Die Kiesnester und Stockwerke liegen nun in dem Schiefergebirge in einer geraden Linie, wie wenn sie in einer späterhin gestörten Spalte hinaufgedrungen wären. Bemerkt man, daß diese silberhaltigen Schwefelkiese sich selbst in dem Innern der Grube sehr leicht zersetzen, so wird erhellen, wie man von dem Ausgehenden dieser Gänge bis zu einer ziemlichen Teufe hinab, statt der kiesigen Massen Brauneisenstein vorfindet. Vergleicht man

ferner dieses letztere Vorkommen mit den oben näher beschriebenen pacos, so folgt hieraus, daß der einzige Unterschied zwischen ihnen einzig und allein in der bei letzteren weiter vorgeschrittenen Zersetzung der kiesigen Gangmassen und der Umwandlung eines Theiles des einschließenden Sandsteins in harten und compacten Quarzfels besteht. Der Schwefelkies scheint die zerstörende Wirkung auf den Sandstein ausgeübt und ihn in einen löchrigen Quarzfels verwandelt zu haben, dessen einzelne Theile durch Massen von Brauneisenstein, die eben von den zersetzten Kiesen herrühren, und in welchen nunmehr das Silber vorkommt, zusammengehalten sind. Das gediegene oder geschwefelte Silber, welches in dem Schiefergebirge bricht, kommt niemals mit den pacos vor, und man kann hierin das Resultat des Einflusses der Gangmassen auf die Beschaffenheit der Erze erkennen. Die pacos sind im Allgemeinen reicher als die Kiese, da in ihnen die Silbererze concentrirter vorkommen, was einer Molekülarkraft zuzuschreiben ist, deren Wirkungen in vielen Gängen beobachtet worden.

Der metallführende Feldspath oder Hornblendeporphyr bildet nicht nur mehrere der höchsten Gebirgsspitzen jener Gegend, sondern findet sich auch in einzelnen Formationen eingekeilt vor. Sein Vorkommen steht nicht allein mit den silberhaltigen Kiesen, sondern auch mit den metallischen Substanzen, die sich in einem Theile der Kalkschichten, welche den Sandstein der pacos bedecken, vorfinden, im Zusammenhang. Der bläuliche und dichte Kalk wird an vielen Stellen krystallinisch. Herr Rivero führt die Berge von Vinchos an, deren Kalkschichten von Schwefelkies und silberhaltigem Bleiglanz durchsetzt werden, welche Erze 600—1500 Gramm Silber im metr. Ctr. enthalten und abgebaut werden würden, wenn nicht der gänzliche Mangel an Brennmaterial die Verschmelzung behinderte. In dem Districte von Cuypan führen dieselben Kalkschichten Lager von Zinnober. In den Gruben von Trinidad, Nôtre-Dame, Descupidora ꝛc. baut man auf ein silberhaltiges Eisenerz und Kupferkies, wo das Liegende aus Kalk und das Hangende aus einer Sandsteinschicht besteht.

Die Gruben von Pasco produciren jährlich 80000 Kilog. Silber; außer diesen Gruben giebt es aber noch sehr wichtige Bauten in der Provinz Chota, wo ähnliche Erze, wie zu Pasco, die das Uebergangsgebirge überlagernde Kalkschichten durchsetzen. Von der Provinz Chota an werden die Silbergruben ziemlich selten; die Gold- und Platinagruben sind allein in den Columbischen Anden wichtig. Es sind namentlich in dem Theile der Anden, an dessen Fuß die Flüsse Atrato

und San Juan vorbeifließen und in dem Thale von Choco Gold- und Platinwäschereien vorgerichtet.

Aus der allgemeinen Uebersicht, die wir so eben über die geognostischen Verhältnisse der hauptsächlichsten metallischen Districte unseres Erdkörpers gegeben haben, geht zur Genüge hervor, wie es einzelne Gesetze geben muß, nach welchen die Gruppirung und auf einander folgende Bildung der verschiedenen Erze geschehen ist. Diese geologischen Gesetze werden um so klarer hervortreten, wenn man von den Details gänzlich abstrahirt und nur die durch ihre Ausdehnung charakteristischen Vorkommen, welche folglich nicht als Ausnahmsfälle betrachtet werden können, scharf ins Auge faßt.

So wird vor allen Dingen erkannt werden müssen, wie alle metallischen Gänge und Ablagerungen mit den abnormen Felsarten in innigem Zusammenhange stehen, und wie ferner bei einer Eintheilung der letzteren in drei Klassen, von diesen nur die mittlere metallführend ist; die erste jener Classen begreift die granitischen Felsarten, d. h. den Granit, Syenit und Protogyn; die zweite begreift die Reihe der Porphyrbildungen, die Serpentine Euphotite, Trapps und Melaphyre; die dritte endlich faßt die vulcanischen Gebilde in sich, die Trachyte, Basalte und modernen Laven. Die neuesten vulcanischen Eruptionen von den Trachyten an gerechnet, scheinen ebenso wenig, wie die ältesten in sich oder durch ihren metamorphischen Einfluß auf die durchsetzten Gebirgsschichten metallbringend gewesen zu sein. Bei der mittleren Klasse hingegen findet man nicht eine einzige Gesteinsart, die nicht mit einer Metallbildung in Verbindung stände, und anderseits giebt es keine bedeutende Erzformation, die nicht eine Beziehung zu den Felsarten jener Periode hätte.

Bei der allmäligen Abkühlung des Erdkörpers gab es also eine Periode, die wir metallische Periode nennen können und mit den Porphyrbildungen correspondirt; außerdem giebt es noch zwischen der Beschaffenheit der abnormen Bildung und Erzlagerstätte eine große Aehnlichkeit.

In den metallischen Districten findet man ebenso wenig, wie in den Niederschlagsgebirgen, die durch vulcanische Eruptionen gestört wurden, eine vollständige Reihe der Producte beider erzeugenden Thätigkeiten. Das Wasser ist ebenso wohl wie das Feuer nur zu einer gewissen Epoche thätig gewesen und hat folglich an den einzelnen Punkten nur einen Theil seiner Production niedergelegt, so daß man, um die Reihe zu vervollständigen, aus allen Theilen der Erde deren Glieder aufsuchen muß. Man muß endlich für die Erzablagerungen

ebenso, wie für die abnormen Gesteine gänzlich von der Epoche abstrahiren, wo sie emporgetreten sind, d. h. von dem relativen Alter derselben zu den geschichteten, da hier eine Uebereinstimmung für die einzelnen Glieder der Formationen nicht existirt.

Die Beobachtung der Gangmassen ist für die Erforschung eines einzelnen Districtes von erheblicher Wichtigkeit, bietet indeß für das allgemeine Studium der Gänge nicht dasselbe Interesse dar. In allen Gangbildungsepochen fast trat der Quarz als Hauptelement der Gangmasse auf, und die Zusammensetzung der letzteren scheint nur durch den Einfluß des Nebengesteins complicirter geworden zu sein. Man kann annehmen, daß der Quarz, den man so häufig in den Kalkschichten vorfindet, von unten nach oben producirt worden, und das scheint sich in vielen Fällen herauszustellen, aber in den Gängen treffen wir nur Säuren, wie die Fluorwasserstoffsäure, Schwefelsäure ꝛc., die offenbar vulcanischen Ursprungs sind, während die Basen, wie der Kalk, Thonerde ꝛc. von dem Nebengestein herrühren müssen. Man hat in der That immer bemerkt, daß in dem Kalkgebirge die Kalkbasis vorgeherrscht hat. Es giebt indessen auch Basen wie der Baryt, die Talkerde, die einen ähnlichen Ursprung zu haben scheinen, wie wir ihn der Kieselerde zuschreiben. So könnten wir denn die Gänge, und diese Behauptung verdanken wir Herrn Elie de Beaumont, also betrachten: daß sie in dem Zustande von Solfataren gewesen sind, d. h. unterirdische Werkstätten waren, in denen die Infiltrationen von oben aus dem Hangenden und Liegenden in ihrer Zusammensetzung ferner modificirt, und unter dem Einflusse eines starken Druckes und einer hohen Temperatur krystallisirend, sich mit den Sublimationen, die von unten nach oben kamen, so wie mit den Trümmern des Nebengesteins verbanden, und so die Gangspalten vollständig ausfüllten.

In Folge dieser doppelten Entstehungsweise der Gangmasse hat man den Quarz als eine der ältesten betrachtet. Das älteste Schiefergebirge enthält in der That nur sehr selten jene Kalkschichten, durch welche die Gangmasse am meisten modificirt werden kann. Die Gangmassen indeß, die hauptsächlich aus Baryt und Talkerde bestehen, scheinen wirklich einer jüngeren Formation anzugehören.

Das Vorkommen der Erze nimmt unter allen geologischen Erscheinungen die charakteristischste Stellung ein, und ihr Ursprung aus dem Innern der Erde ist nicht zu bezweifeln. Wir haben selbst gezeigt, wie die metallischen Eruptionen an vielen Stellen die Schichten des Niederschlagsgebirges durchsetzt, sie gehoben, durchdrungen, metamorphisirt haben, und endlich, wie wirklich eruptive Felsarten zwischen

die Schichtungsklüfte eingekeilt wurden. Es findet ohne Zweifel eine geologische Reihenfolge der Metalle statt. Die ältesten Schichten führen das Zinnerz, Wolfram und Schwefelmolybdän; dann kommt das Kupfererz, der Bleiglanz und das Antimon folgen darauf; die Silbererze in Amerika gehören einer ungleich jüngeren Periode an, und zwischen ihnen und der vorhin genannten finden sich die Goldlagerstätten. In jedem einzelnen Districte hat man diese Ordnung nachweisen können; man war aber noch nicht im Stande, eine allgemeine Zusammenstellung aller Erze zu begründen.

Das Eisen scheint wegen seines ausgedehnten Vorkommens eine specielle Rolle zu spielen, und zu allen Perioden gebildet worden zu sein: Der Reichthum des Eisens beschränkt sich indeß nicht allein auf unseren Planet; die meteorischen Eisenmassen, die Meteorsteine, in denen das Eisen gediegen vorkommt, bekunden zur Genüge, wie das Metall auch auf anderen Planeten auftritt. Es ist deshalb nicht unnatürlich, anzunehmen, daß das Eisen im Innern unserer Erde im gediegenen Zustande vorkommt und den Kern derselben bilde. Durch diese Hypothese erklärt sich allein, wie es eine so große Menge von Gebirgsschichten geben kann, deren Bestandtheile nicht mit Sauerstoff gesättigt sind, wie das Eisenoxydul und der Rotheisenstein, während das Eisen, welches dem Einflusse der äußeren Luft ausgesetzt war, nur in dem Zustande von Oxydhydrat oder wenigstens von Oxyd vorkommen kann. Wenn diese Hypothese einigermaßen wahrscheinlich ist, so hindert nichts, sie auch auf die anderen Metalle auszudehnen, und dann würden die verschiedenen Zusammensetzungen der metallischen Vorkommen einzig und allein von der Verwandtschaftskraft des Metalles und lokalen Einflüssen abhängen, und bei einer geologischen Klassifikation der Erze müßten nunmehr die Basen allein berücksichtigt werden. Die Dichtigkeit des Erdkörpers, welche viel bedeutender ist, als die durchschnittliche Dichtigkeit der die Erdrinde zusammensetzenden Felsmasse, stimmt mit dieser Hypothese des unterirdischen Vorkommens einer bei Weitem beträchtlicheren Quantität von dichten metallischen Substanzen oder wenigstens von solchen Körpern überein, die sich in einem Zustande befinden, der dem Gediegenen sehr nahe kommt.

Zweite Abtheilung.

Ueber die Gewinnung nutzbarer Mineralien.

Siebentes Capitel.

Häuer- und Bohrarbeiten.

Die Angaben, welche uns durch die Geognosie bei Aufsuchung von Erzlagerstätten an die Hand gegeben werden, sind mehr negativer Beschaffenheit, als daß sie uns direct zum Zwecke führten, d. h. sie beschränken sich darauf, die Stellen auf der Erdoberfläche anzudeuten, wo die Erze je nach ihrer Beschaffenheit vorkommen können. Diese ersten Fingerzeige sind aber schon dadurch von Werth, daß sie die Aufsuchung in jener normalen, rationellen Weise leiten, in welche man nur allein Vertrauen setzen mußte; sie erhalten eine noch größere Bedeutung, sobald man in der geognostischen Untersuchung eines metallischen Districtes schon so weit vorgeschritten ist, daß man die einzelnen in ihm auftretenden Formationen in ihrem Zusammenhange zu überschauen vermag.

Bei einer gründlichen geognostischen Durchforschung sucht man aber nicht allein die Formation im Allgemeinen auf, in der die gewünschten Erze vorkommen können, sondern deren einzelne Glieder müssen gleichfalls in Untersuchung genommen werden. — Zum Beweise dieser Behauptung könnten wir eine Menge von Beispielen anführen, wir wollen indeß allein auf das verweisen, was wir oben über die metamorphischen Felsarten und deren Zusammenauftreten mit den feurigen Gesteinen bemerkt haben. Wir haben nur nöthig, uns zu erinnern, wie gewisse Gneiß- und Thonschieferlager beim Contacte mit dem Porphyr, gewisse Thon- oder Kalkfelsen bei der Berührung von

Dioriten und Serpentinen wahre Concentrationspunkte für die metallischen Substanzen wurden.

Von dem größten Nutzen für die genaue Kenntniß der geognostischen Beschaffenheit einer Gegend ist die gründliche Untersuchung der Gangmassen und deren mineralogischen Eigenschaften. Durch ein Bekanntsein mit ihnen wird man zuerst zu dem Auffinden der Gänge selbst geleitet werden; wie das in mehreren Districten mit dem Schwerspath und Flußspath, an anderen Punkten öfters noch mit dem compacten Quarz, dem Bergkrystall, in Sachsen mit dem Topas, in Toskana mit dem Yenit und der Hornblende der Fall ist. — Dann dienen auch öfters die häufiger vorkommenden Erze selbst dazu, um durch sie zu edleren Geschicken zu gelangen; der Spatheisenstein, der Brauneisenstein und Schwefelkies sind mitunter die Vorläufer des Goldes, Silbers und Kupferkieses; der letztere führte häufig zu dem Speiskobalt. Die scheinbar unbedeutendsten Anzeichen mit einem Wort, wie die bestimmte Textur des Gesteins, eine Veränderung der Farbe, eine gewisse Structur der Lager, können die wichtigsten Merkmale bei Aufsuchung von Erzlagerstätten abgeben.

Wenn man in einer Gegend nach Erzen sucht, so muß man besonders das Bett der Flüsse und Bäche, und die von Sturzbächen gewaschenen und bloßgelegten oder ausgefurchten felsigen Thalabhänge nicht außer Acht lassen. Hier findet man die Trümmer, Gerölle und Sandmassen, die von dem anstehenden Gebirge losgerissen wurden, aber stets dieselben mineralogischen Eigenschaften bewahren müssen. Giebt alsdann der Sand vom Grunde eines Waldbaches bei der Aufbereitung Erzspuren, findet man Gerölle von den gewöhnlichen Gangmassen jener Erze, wird den Bach hinauf der Sand immer reicher, und werden die Gerölle immer größer und zahlreicher, so hat man dadurch schon entferntere Anzeichen von dem nothwendigen Anstehen der Erze erlangt, und hat nur noch nöthig, genauer zu erforschen, von welcher Seite her jene Erzspuren zugeführt worden, um so zu den directen Anzeichen, d. h. zu dem Ausgehen der Erzlagerstätten selbst geleitet zu werden.

Ist man hier einmal angelangt, so muß man durch eine mineralogische Untersuchung des Ausgehenden dessen Werth feststellen, und alsdann durch weitere Schürfe zu entscheiden suchen, in welcher Weise die Erze vorkommen, d. h. ob sie in einem Flötze, einem liegenden oder stehenden Stocke oder einem Gange brechen.

Die geognostische Untersuchung an sich ist für die Erschürfung der Erze von keinem absoluten Werthe, und die geognostischen Kennzeichen

haben nur für einen District einen reellen und bestimmten Werth, über den hinaus sie ihren Charakter verändern. Man darf denselben deshalb nur mit einer gewissen Vorsicht und nach langjährigen Erfahrungen trauen, nachdem man jenen practischen Blick erlangt hat, der uns augenblicklich lehrt, was man von den allgemeinen Sätzen der Wissenschaft für den einzelnen fraglichen Fall anzuwenden vermag. — Ganz aber ist der hohe Werth der Wissenschaft nicht zu verkennen, und es kommt nur darauf an, sie gleichsam in das Blut der Praxis übergehen zu lassen, sie selbst in der Praxis ihre Hauptstütze finden zu lassen. Was die Geognosie gethan, bedarf keiner Erörterung; eine einzige Bemerkung zeigt ihren ungeheuren, ihren unermeßlichen Einfluß. Vor weniger als zweihundert Jahren bediente man sich noch der Wünschelruthe.

Es giebt aber auch noch andere Anzeichen, die man nur mit der größten Vorsicht benutzen muß: sie bestehen nämlich in den Sagen und Erzählungen von früheren Grubenbauten. Das, was hierüber bis zu uns gekommen ist, ward in der Regel ganz gewaltig übertrieben, und hat wohl zum Theil seinen Grund in dem hohen Werthe der Metalle im Alterthum, und selbst noch im Mittelalter, und andrerseits in dem niedrigen Tagelohn der Arbeiter, wodurch man früher im Stande war, Erze abzubauen, die heute gar nicht mehr gewonnen werden können.

Häuerarbeit. Anwendung der Gezähe.

Steinbrüche nennt man solche künstliche Aushöhlungen, die zur Förderung der Baumaterialien, wie des Granits, Kalksteins, Gypses, Thons, Dachschiefers, Sandsteins ꝛc. gemacht werden. Gruben heißen aber die unterirdischen Räume, welche man zur Gewinnung von Erzen oder solcher allgemeinen Felsarten vorrichtet, die wegen ihrer Wichtigkeit zu sehr ausgedehnten Bauten Anlaß geben, und zu denen die Kohle, der Anthracit und das Steinsalz gehören. Einzelne Lagerstätten endlich, wie die Alluvialeisenerze, der Torf, die Goldseifen ꝛc. werden durch Tagebaue gewonnen, die je nachdem mit den Namen: Erzgräbereien, Torfstichen, Seifenwerken ꝛc. bezeichnet werden.

Die Bergbaukunde lehrt nun all' die verschiedenen Methoden, vermittelst deren man die nutzbaren Stoffe aus dem Innern der Erde zu gewinnen vermag. Eine derartige Gewinnung muß indeß für den Unternehmer sowohl, wie für die Arbeiter vortheilbringend sein, und so ökonomisch wie möglich vorgerichtet werden. In der Bergbaukunde lernt man ferner die Beschaffenheit der Lagerstätten kennen, um den

Bau auch in solcher Reihe führen zu können, daß die Förderung von Erzen ꝛc. auch der Zukunft gesichert bleibt. So ist diese Wissenschaft ein Ensemble von Theorie und Praxis, und gestattet nicht nur die erhabensten und geistvollsten Forschungen, sondern verlangt auch das Eingehen in die kleinsten und genauesten Details der practischen Welt. Es sind insbesondere zwei Hilfswissenschaften, die dem Bergmanne zur Seite stehen: die angewandte Mathematik und die Geognosie. In dem ersten Theile haben wir es versucht, die Theorie der bergmännischen Geognosie mitzutheilen, es verbleibt uns noch in dem zweiten Theile die Anwendung des Gesagten zu machen[1]).

Wenn man das Ausgehende eines Ganges oder Flötzes aufgefunden hat, so kann man ohne einen besonderen Schurf- oder Untersuchungsbau nur annäherungsweise die Zusammensetzung, Form, Mächtigkeit und das Streichen desselben bestimmen. Um nun aber alles dies genau festzustellen, was vor dem Beginnen des eigentlichen Grubenbetriebes unbedingt nöthig ist, muß man Schürfe vornehmen und untersucht die aufgefundenen Lagerstätten entweder durch Röschen, d. h. über Tage, oder durch Schächte oder Strecken, d. h. also durch Arbeiten unter Tage, zu denen man noch die Bohrlöcher rechnen muß, unter welchen man Oeffnungen von 5, 10, 15 Centim. Durchmesser versteht, die in das Gebirge gestoßen werden und in vielen Fällen vollkommen genügen und ziemlich genaue Aufschlüsse über die Beschaffenheit der größern Teufe geben.

Das erste, was man also in der practischen Bergbaukunde kennen lernen muß, ist die eigentliche Häuer- oder Gewinnerarbeit, d. h. die Bearbeitung des Gesteins, welche sich so wie die Wahl des hierzu nöthigen Gezähstückes ganz nach der Beschaffenheit des Gesteins richtet.

Werner hat die zu gewinnenden Massen nach ihrem Festigkeitsgrade in 5 Klassen getheilt.

1. Rollige Massen, zu denen die gesetzten Felsen (Dammerde), der Sand, die Sand- und Kiesgerölle, Trümmer aller Art gehören, die man nur mit Schaufel und Kratze wegzufüllen braucht.

2. Milde Massen, die nicht am Stahle Funken geben. Hierhin gehört die Kohle, das Steinsalz, der Schieferthon des Kohlengebirges, der Letten, der Dachschiefer, der Oolithenkalk, die Kreide, der

---

[1]) Ein so eben in Paris erschienenes Werk über Bergbaukunde von Herrn Combes dürfte wohl, nach dem Verfasser zu urtheilen, den mathematischen Theil dieser Wissenschaft hauptsächlich behandeln.

Anm. d. Uebers.

Mergel, der Gyps, die Alluvialmassen oder die durch ein kalkiges oder ockriges Bindemitttel zusammen verbundenen Trümmergesteine; alle diese Gesteine kann man mit der Keilhaue, dem Fäustel, dem Bergeisen und der Brechstange bearbeiten.

3. Gebrächige oder geschmeidige Massen. Hierzu gehören alle Gesteine, die zwar noch nicht am Stahle Funken geben, aber einen dichten und geschmeidigen Bruch haben, oder solche Gesteine, die Funken geben, aber keinen sehr hohen Grad von Festigkeit besitzen. Zu den ersteren rechnet man den Marmor, den Serpentin und die metamorphischen erzführenden Schichten, von denen der mannsfeldische Kupferschiefer ein sehr treffendes Beispiel giebt; ferner die Brauneisensteine und nicht quarzigen Rotheisensteine; zu den letzteren aber dürfte man den Kohlensandstein, den ausschließlich kieseligen Sandstein von Fontainebleau, den etwas kieseligen Kalk und die krystallinischen Felsarten zählen, welche schon in Zersetzung überzugehen anfangen. Um dieses Gestein zu bearbeiten, bedient man sich des Pulvers, bedarf indeß aber auch noch der Gesteinskeilhaue, des Bergeisens, der Keile des Fäustels und der Brechstange. In vielen Fällen kann man auch mit diesen Gezähstücken ohne das Pulver auskommen.

4. Das feste Gestein giebt stets am Stahle Funken. Man rechnet hierzu den Magneteisenstein, den dichten Brauneisenstein, den Kupfer- und Schwefelkies, Arsenikkies und all' die Erze, die in einer Gangmasse von Quarz, Yenit und Hornblende brechen, den größten Theil der quarzigen Felsmassen, den Granit, Porphyr und Basalt. Diese Gesteine können nur durch die Schießarbeit gewonnen werden.

5. Das sehr feste Gestein endlich, wozu der reine, feste Quarz gehört, der als Gangmasse einzelnen Erzen, wie dem Zinnoxyd, dem Fahlerz, dem Bleiglanz oder der Blende dient, und mit ihnen fast auf das innigste gemengt ist. Solche Erze baut man sehr selten ab, da sie wegen ihrer festen und zugleich zähen Beschaffenheit ihre Gewinnung sehr kostspielig machen, und so kommt es denn, daß, wenn man sie fördern will, gewöhnlich, statt das Pulver anzuwenden, durch Feuersetzen das Gestein erst mürbe macht, und hierauf mit dem Bergeisen weiter gewinnt.

Die Häuerarbeiten fangen mit dem Schrämen an. Die unterschrämten Massen werden abgekeilt, nnd das so gewonnene Gestein weggeräumt. Zum Schrämen bedient man sich bei dem ersten Festigkeitsgrade der breiten Keilhaue, wenn in der zu gewinnenden Masse keine harten Stücke vorkommen, und der spitzen Keilhaue, wenn solche darin gefunden werden.

Bei dem milden Gesteine, dem Steinsalz z. B., bedient man sich der Keilhaue (Fig. 29.) von 2 Kilogr. bis 2,75 Kilogr. Gewicht, einen 0,80 M. langen und 0,35 M. starken Helm mitgerechnet. In den Steinkohlengruben wendet man spitzere Keilhauen (Fig. 30.) an, und in

[Fig. 29. Keilhaue für Steinsalz.]

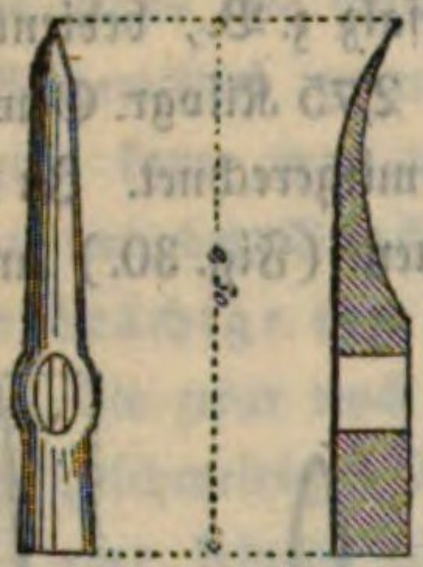
[Fig. 30. Steinkohlenkeilhaue.]

St. Etienne gebraucht man ein eigenthümliches Gezähstück, das dort Rivelaine genannt wird, und aus einem Eisenstücke gemacht ist, das 1,30 M. Länge auf 0,01 M. Stärke und 0,03 M. Breite hat. Die Schneide ist verstählt und breit gestellt. Den Namen Rivelaine giebt man aber auch den platten und sehr spitzen Keilhauen.

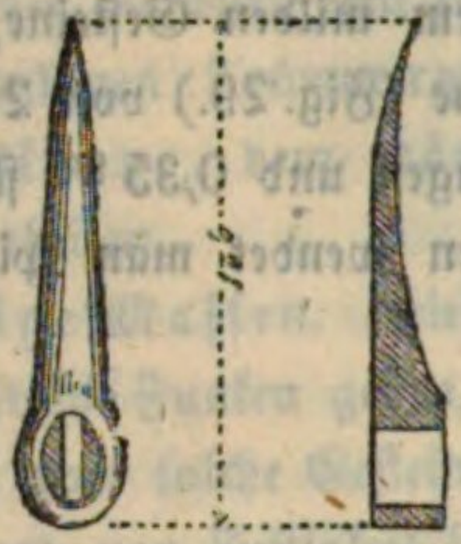
All' diese Gezähstücke müssen selbst zum Gebrauche bei den rolligen und milden Massen 4—6 Cent. Met. weit an der Spitze verstählt werden, um genügenden Widerstand leisten zu können, denn abgesehen von den einzelnen festen Stücken, die sich in den zu gewinnenden Massen bisweilen vorfinden, würde das Gezähe durch den bloßen Gebrauch in dem weichen oder losen Gestein abgenutzt werden, wenn man es blos von Eisen angefertigt hätte. Nach den losgehauenen und zu Tage geförderten Massen kann man noch nicht die Festigkeit des anstehenden Gesteins in der Grube beurtheilen. Der Einfluß der Atmosphäre, die Zerstückelung der Massen und folglich die Leichtigkeit, mit der man sie ganz zerkleinern kann, behindern ein richtiges Urtheil über den wahren Festigkeitsgrad des anstehenden Gesteins.

In dem gebrächen Gestein muß man mehr stumpfere und stärkere Keilhauen anwenden (man macht sie dort auch meistens mit einer Schneide) (Fig. 31.), damit sie nicht nur zum Lostrennen der einzelnen Gesteinsmassen, sondern auch als Hebel dienen können; der Spitzhammer (Fig. 32.) dient sowohl als Keilhaue wie als Fäustel. Diese Keilhauen wiegen 2—3 Kilog., den Helm nicht mitgerechnet.

Das Bergeisen wendet man überall an, um damit das gebräche



[Fig. 31. Gesteinskeilhaue].



[Fig. 32. Spitzhammer.]

und sehr feste Gestein zu bearbeiten: das ist ein kleiner Spitzhammer von 0,15—0,20 M. Länge (Fig. 33.) mit einem Helm von 0,25 M., der in der Mitte angebracht ist; er ist von Stahl oder an der Spitze und am Kopfe verstählt. Der Häuer bedient sich desselben, indem er die Spitze gegen das hervorstehende Gestein setzt und auf den Kopf mit einem eisernen Fäustel schlägt. Wenn das Gestein sehr hart ist, so nutzt sich das Eisen bald ab, deshalb muß der anfahrende Häuer einen Eisenriemen nebst zwölf Eisen von verschiedenen Dimensionen haben. Je härter die Gesteinsart, desto kürzer muß das Eisen sein. Die Fäustel haben einen kurzen Helm und wiegen etwa 2 Kilog.

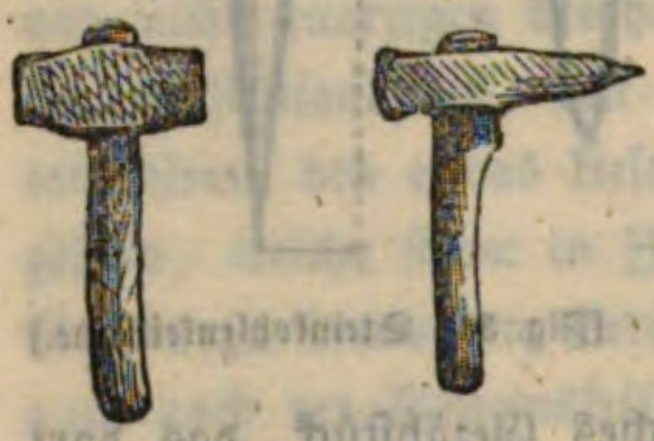


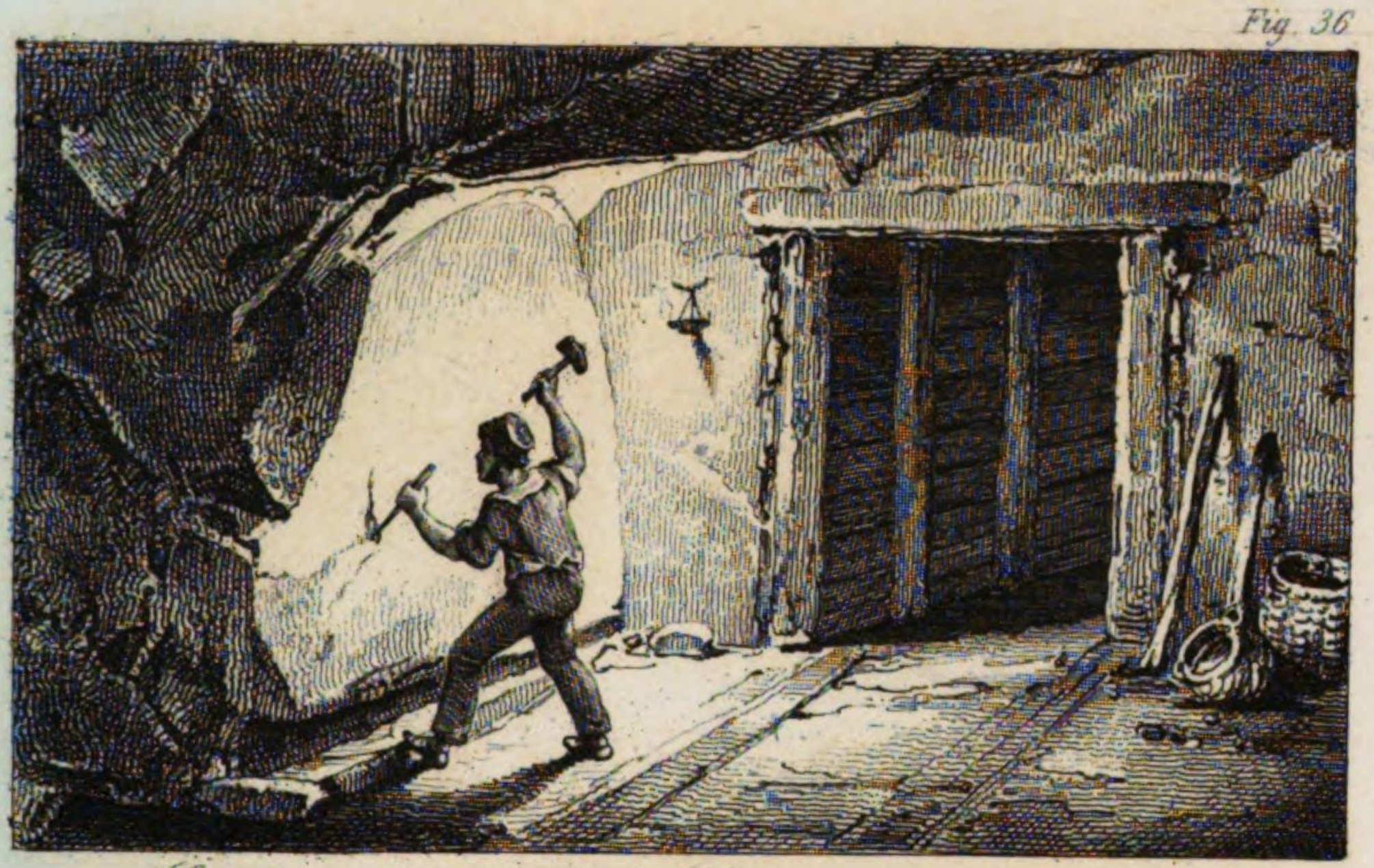
Fig. 33.
[Schlägel. Bergeisen.]

Alle diese verschiedenen Gezähstücke müssen in einer gewissen Art und Weise angewandt werden, und man wird bei einem jeden Ortsbetriebe die Vorrichtung von Straßen zu beachten haben.

Bei einem Streckenort muß der Häuer an dem anstehenden Stoße zuerst einen Einbruch oder Schram machen, den er entweder unten oder in einer gewissen Höhe bei 1 Meter ungefähr (Fig. 37.) anbringt. Den Schram führt man so tief, als es die Festigkeit des Gesteins erlaubt, und erleichtert sich dadurch ganz ungemein die Gewinnung des übrigen Theiles der schwebend gemachten Gesteinsmasse. Ebenso verfährt man beim Abteufen eines Schachtes, wo der Einbruch gewöhnlich in der Mitte oder an einem der Stöße gemacht wird. Wenn der Häuer einen Stoß vor sich hat, der aus Gestein von verschiedener Festigkeit besteht, so wählt er sich natürlich die weichsten Theile aus, um dort seinen Einbruch zu machen, und folgt bei der weiteren Bearbeitung den natürlichen Spalten, von denen derselbe durchzogen ist.

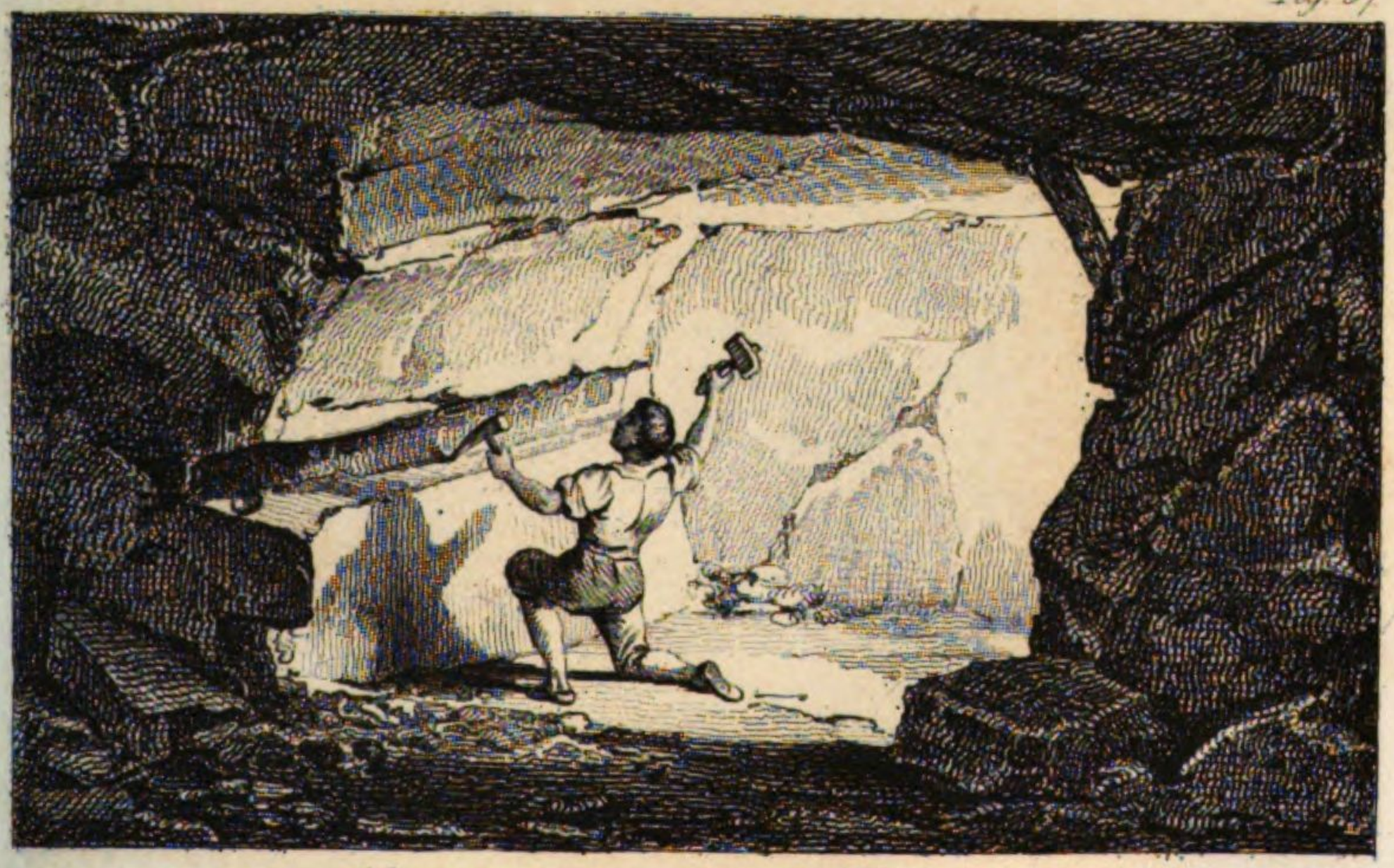
Ist der Stoß einmal unterschrämt, oder hat man den Einbruch gemacht, so keilt man mit Fimmeln das übrige ein oder nimmt die Brechstange zu Hilfe, die man in die natürlichen Spalten des Gesteins

Fig. 36



Gesteinsgewinnung durch Schrämen u. geneigte Bohrlöcher.

Fig. 37

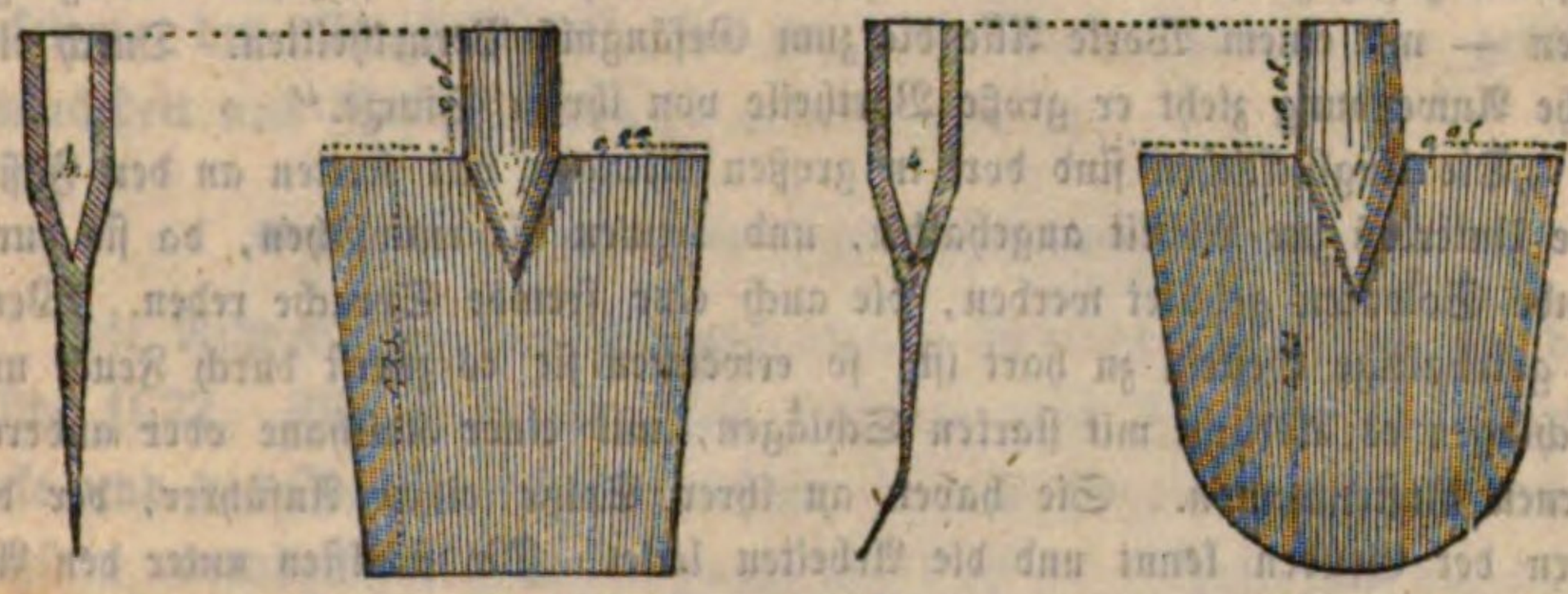


Gesteinsgewinnung mit dem Bergeisen.

oder in eigends dazu gemachten Ritzen ansetzt. Den Schlägel oder das Fäustel wendet man entweder direct zum Zerschlagen des Gesteins oder zum Ansetzen des Bergeisens an. Die Brechstangen sind gerade oder krumm und zuweilen am Unterstützungspunkte getheilt. Die Keile sind von Eisenplatt oder von vier gleichen Flächen gebildet; mitunter bedient man sich der trockenen hölzernen Keile, die man einkeilt und durch hinzu geführtes Wasser aufquellen läßt. Die Schlägel sind von Stahl (Fig. 34.) mit langem Helm uud einem Gewicht von 4—8 und 10 Kilog.

[Fig. 34. Schlägel.]

Um endlich die losgeschlagenen Gesteinsmassen wegzuräumen, bedient man sich der Schaufeln von mehr oder weniger gekrümmtem Eisenblech, was von der Beschaffenheit des wegzuräumenden Gesteins abhängt (Fig. 35.).



[Fig. 35. Gerade Schaufel. Gebogene Schaufel.]

Bei den alten Grubenbauten wandte man sehr oft das Feuer zur Gesteinsgewinnung an. Die festesten Felsarten dehnen sich wirklich aus, sobald sie heftig erhitzt werden, verlieren alsdann ihren Wassergehalt und durchziehen sich mit vielen Spalten. Einige selbst werden in ihrer chemischen Zusammensetzung verändert, und wenn man dann auf das in Weißglühhitze gekommene Gestein Wasser hinzubringt, so zieht es sich plötzlich zusammen, und die Spalten setzen weiter durch. In diesem Zustande können selbst die härtesten Gesteine mit dem Bergeisen bearbeitet werden, das man alsdann in die Spalten eintreibt. Man kann die mürbe gewordenen Felsarten gewinnen und durch ab-

wechselndes Feuersetzen und Bearbeiten mit dem Bergeisen, der Gesteinskeilhaue, dem Fäustel ꝛc. ꝛc. den Betrieb fortführen [1]).

Noch heute wendet man das Feuersetzen in einzelnen sächsischen und ungarischen Gruben an. Man bedient sich dazu eines rechtwinkligen Blechkastens, der die Breite der Strecken und einen conischen Querschnitt hat in der Art, daß die Länge ungefähr 1,60 M., die dem

---

[1]) Ohne Frage ist das Feuersetzen eine der ältesten bergmännischen Gewinnungsarten; in dem Alterthume kam die Anwendung des Feuers dem Mangel an Pulver und guten Gezähstücken zur Hilfe. Man wird sich hiervon aus folgender Stelle einer alten Uebersetzung des Diodorus von Sicilien, welche sehr interessante Details über die Grubenbauten des Alterthums liefert, eine Vorstellung machen können.

„Zwischen Aegypten, Aethiopien und Arabien befindet sich ein Land, das mit Metallen und besonders Gold angefüllt ist, welches letztere mit vieler Mühe und vielen Kosten gewonnen wird, denn die schwarze und harte Erde ist von weißen und glänzenden Marmoradern durchzogen (Quarz), die an Glanz die strahlendsten Stoffe übertreffen. Hier lassen die, welche die Oberherrschaft haben, eine große Anzahl Arbeiter täglich in den Gruben arbeiten; der König von Aegypten schickt bisweilen die verurtheilten Verbrecher mit ihren ganzen Familien nach den Gruben, ebenso die Kriegsgefangenen, die, welche sich seine Ungnade zugezogen, oder die als Opfer der wahren oder falschen Anklage gefallen — mit einem Worte Alle die zum Gefängniß Verurtheilten. Durch eine solche Anwendung zieht er große Vortheile von ihrem Sturze.“

„Die Unglücklichen sind dort in großen Mengen mit Ketten an den Füßen ohne Unterlaß zur Arbeit angehalten, und können nie entwischen, da sie durch fremde Soldaten gehütet werden, die auch eine fremde Sprache reden. Wenn das goldhaltige Gestein zu hart ist, so erweichen sie es zuerst durch Feuer und zerschlagen es alsdann mit starken Schlägen, mit einer Keilhaue oder anderen eisernen Instrumenten. Sie haben an ihrer Spitze einen Anführer, der die Adern der Gruben kennt und die Arbeiten leitet. Die stärksten unter den Arbeitern spalten das Gestein mit mächtigen Fäustelschlägen. Diese Arbeit verlangt nur die Kraft der Arme, keine Kunst und keine Geschicklichkeit. Weil man sich aber zur Verfolgung der entdeckten Adern öfters umkehren muß, und die Gänge, welche man in jenen unterirdischen Räumen aushöhlt, sehr krumm sind, so tragen die Arbeiter, weil sie sonst nichts sehen könnten, an ihrer Stirne die Lampen; so schaffen sie Tag und Nacht durch das Schreien und die Peitsche ihrer Hüter angetrieben. Kleine Kinder gehen in jene durch die Keile geöffneten Spalten hinein und schaffen die kleinen Gesteinsstückchen hinaus, die sich dort finden, und welche sie alsdann an die Oeffnung der Gruben tragen; Männer von 30 Jahren nehmen eine gewisse Menge dieser Steine und zerstoßen sie in den Mörsern mit eisernen Keulen bis zur Korngröße; die Frauen und Greise bekommen nun dieses zerstoßene Erz und werfen es alsdann auf die Mühlen. Zwei oder drei stellen sich um jede Mühle und lassen die Körner bis zu dem feinsten Mehl zermahlen.“

anzugreifenden Stoß entgegen gestellte Oeffnung 0,40 M., die andere hingegen nur 0,25 M. hoch ist (Fig. 40.).

Aus einer solchen Vorrichtung ergiebt sich nun (der Boden des Kastens ist in der Art eines Rostes vorgerichtet und steht ein wenig über der Sohle), daß das in dem Kasten angezündete Feuer durch die kleine Oeffnung von hinten genährt wird, und durch die größere von vorn gegen den Stoß, dessen Gestein mürbe werden soll, mit Gewalt getrieben wird. Die Häuer bereiten sich so durch abwechselnde Anwendung des Feuers und der Gezähe einen Einbruch an dem unteren Streckenstoße, und suchen diesen Einbruch 1—2 Meter tief durch Weitervorschieben des Kastens zu gewinnen. Der obere Theil wird hierauf durch Schießarbeit niedergebracht, oder man wendet auch für ihn dasselbe Verfahren an und entzündet das Feuer gleich direct in der Strecke selbst, auf deren Sohle man vorher einen Rost gelegt hat.

Nur in solchen Gruben kann man eine derartige Gesteinsgewinnung vornehmen, wo ein lebendiger und leicht herzustellender Wetterzug ist; in den tiefen Gruben würde die Schwierigkeit, sich der durch das Verbrennen des Holzes erzeugten Gasarten zu entledigen, fast nicht zu besiegen sein. Die Entdeckung des Schießpulvers erlaubte eine einfachere und raschere Gewinnungsart, erleichterte um vieles die Entwickelung der Bergbaukunst, da sie den Grubenbauten eine größere Einfachheit und Ausdehnung zu geben gestattete.

Anwendung des Pulvers zur Gesteinsgewinnung.

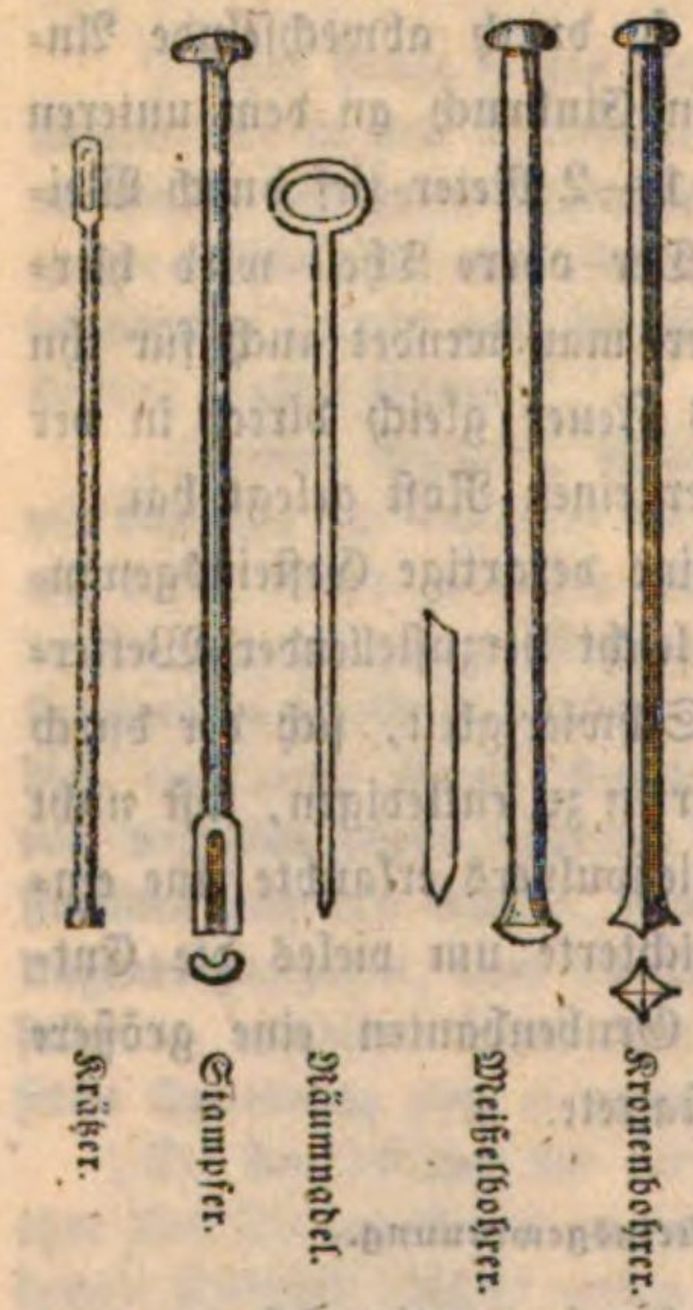
Die Anwendung des Pulvers in den Gruben datirt sich von dem Jahre 1632. Bis zu dieser Zeit bediente man sich nur der Gezähstücke und des Feuers, schritt deshalb bei dem Grubenbetriebe nur sehr langsam vorwärts; die Anwendung des Pulvers bildete eine der wichtigsten Epochen in der Geschichte des Bergbaues, denn durch sie wurden die Selbstkosten auf mehr als die Hälfte reducirt.

Das Volumen der durch Entzündung des Pulvers gebildeten Gase ist bei 0° 450 Mal größer, als die Pulvermenge; haben diese Gase indeß Weißglühhitze, so ist ihr Volumen wohl 4—6000 Mal größer. Die so geschaffene Expansivkraft bringt die thätigsten und energischsten Wirkungen bei deren Anwendung auf Gesteinsgewinnung hervor.

Die Gesteinsgewinnung mit Hilfe des Pulvers besteht der Hauptsache nach überall in dem einfachen Verfahren, daß man cylindrische Löcher in das Gestein, welches man sprengen will, hinein bohrt, hierauf eine Patrone einbringt und über diese in solcher Weise einen Besatz

schlägt, daß man noch im Stande ist, das Pulver zu entzünden. Die Pulvermenge richtet sich natürlich nach der Größe der abgebohrten Löcher und der Festigkeit des Gesteins. In den Grubenbauten variirt sie zwischen 60 und 150 Gramm, bei den Tagebauten, wo die Schichten offen da liegen und man mehr im Großen verfahren kann, wendet man wohl 500 Gramm bis 1 Kilog. an.

Die Bergbohrer sind cylindrische Eisenstangen, die an ihrem einen Ende eine gebogene oder auch gerade Schneide haben, welche ein wenig breiter, als die Stange selbst ist, damit das Bohrloch stärker, als der Bohrer wird. Der Häuer bedient sich bei dem Bohren eines Fäustels von 2 Kilog. bis 2,50 Kilog., und dreht seinen Bohr bei jedem Schlage um $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{6}$ seiner Peripherie. Zum Ansetzen des Bohrloches bedient man sich des Bergeisens, um das Gestein zu ebenen; in den deutschen Gruben bohrt man auch zu Anfange mit einem vierschneidigen Bohrer (Kronenbohr) (Fig. 38.).



[Fig. 38. Schießgezähe.]

Das Bohren selbst ist eine sehr einfache Arbeit und muß bei der Anlernung eines Bergmannes demselben zuerst beigebracht werden. Wo man keine Bergleute zur Disposition hat, findet man indeß schwer solche Leute, die mit einem Bohrer umzugehen verständen, und es ist deshalb gut, hierüber einige practische Mittheilungen zu machen.

Die gewöhnlichen Dimensionen der einmännischen Bohrer sind: für den Anfangsbohrer 0,30 M. Länge und 0,029 M. Durchmesser bei der Schneide. Der zweite Bohrer, welchen man bei etwa 0,15 M. Tiefe des Bohrloches anwendet, hat 0,50 M. Länge und 0,024 M. Breite an der Schneide; der dritte hat 0,70 M. Länge und 0,022 M. Breite an der Schneide; vorn sind die Bohrer verstählt. Mit solchen Bohrern bohrt ein Häuer Löcher von 0,25—0,50 M. Teufe. Er hält sein Fäustelhelm ganz am Ende, und muß mit der größten Kraft auf den Bohrer schlagen und 40—50 Schläge pro Minute geben. Er muß ferner so viel wie möglich das Loch naß halten, um das schnelle Abstumpfen der Schneide zu verhindern und das Zermahlen des Gesteins

zu erleichtern. Wenn das Bohrmehl sich beim Abbohren zu sehr anhäuft, so wird das Loch vermittelst des Krätzers gereinigt, einer schwachen, halbglatten Eisenstange, die an dem Ende mit einem Löffel versehen ist. Hat das Loch die erforderliche Tiefe, so wird es durch einen Lappen, den man um den Krätzer wickelt, ausgewischt, hierauf eine Patrone genommen, die Räumnadel in dieselbe hinein gesteckt und sie an das Ende des Bohrloches gebracht; nunmehr wird um die Nadel herum das Loch besetzt, und zwar mit Gesteinstückchen einer festen aber nicht Feuer gebenden Gesteinsart, wie Kalk, Thon, Thonschiefer, der Besatz durch den Stampfer festgeschlagen und die Nadel durch letzteren hinausgezogen, indem man ihn in den Ring der Nadel steckt und durch kleine Schläge, um eine starke Reibung zu vermeiden, nach sich treibt. Endlich bringt man eine kleine Rakete an die Oeffnung des Loches, und klebt an diese einen so langen Schwefelfaden, daß, wenn derselbe zu brennen angefangen, der Bergmann Zeit hat, sich an einen schußsicheren Ort zurück zu ziehen.

Dies ist der Gang bei der Schießarbeit im Allgemeinen. In besonderen Einzelnheiten mögen sich in den verschiedenen Revieren Abweichungen vorfinden, die man indeß nach wenigen Tagen kennen lernen und so beurtheilen wird, ob dieselben dort auch zweckmäßig sind. Gewisse Bedingungen muß man indeß überall erfüllen, z. B. die Anwendung der kupfernen Nadeln und die Einölung derselben vor ihrem Gebrauche; man wird dadurch viele Unglücksfälle verhüten.

Wenn das Loch in klüftigem Gesteine steht oder sehr feucht ist, so büchst man es mit Lehm aus, verstopft so die Klüfte, trocknet das Loch aus und gebraucht zu den Patronen getheerte Leinewand. Der Besatz eines Schusses muß fest sein, und der Arbeiter während des Besetzens Sorge tragen, daß die Nadel von Zeit zu Zeit gedreht wird, um hernach mit Leichtigkeit herausgezogen werden zu können. Wenn mehrere Arbeiter vor Ort liegen, so thut man die Schüsse alle zusammen, und zwar wo möglich, um keine Zeit zu verlieren, am Ende der Schicht weg. Man muß besonders darauf achten, daß die Arbeiter während des Wegthuens der Schüsse geschützt sind, und beim Abteufen eines Schachtes wenigstens 15—20 Meter hinauffahren.

Mitunter sind größere Bohrlöcher nothwendig, und es bohren alsdann zwei oder drei Häuer an einem Loche; der eine dreht den Bohrer und der andere oder die anderen schlagen mit Schlägeln von 4—6 Kilog. darauf. Der erste Bohrer hat bei solchen Fällen 0,70 M. Länge und 0,042 M. Breite an dem Meißel. Der zweite 0,90 M. Länge und 0,036 M. Breite; der dritte 0,1 M. und 0,035 M.; der vierte 1 Met.

20 Cent. met. und 0,031 M. Man kann so 1 Meter tiefe Löcher bohren, die ebenso besetzt werden, wie schon erwähnt worden.

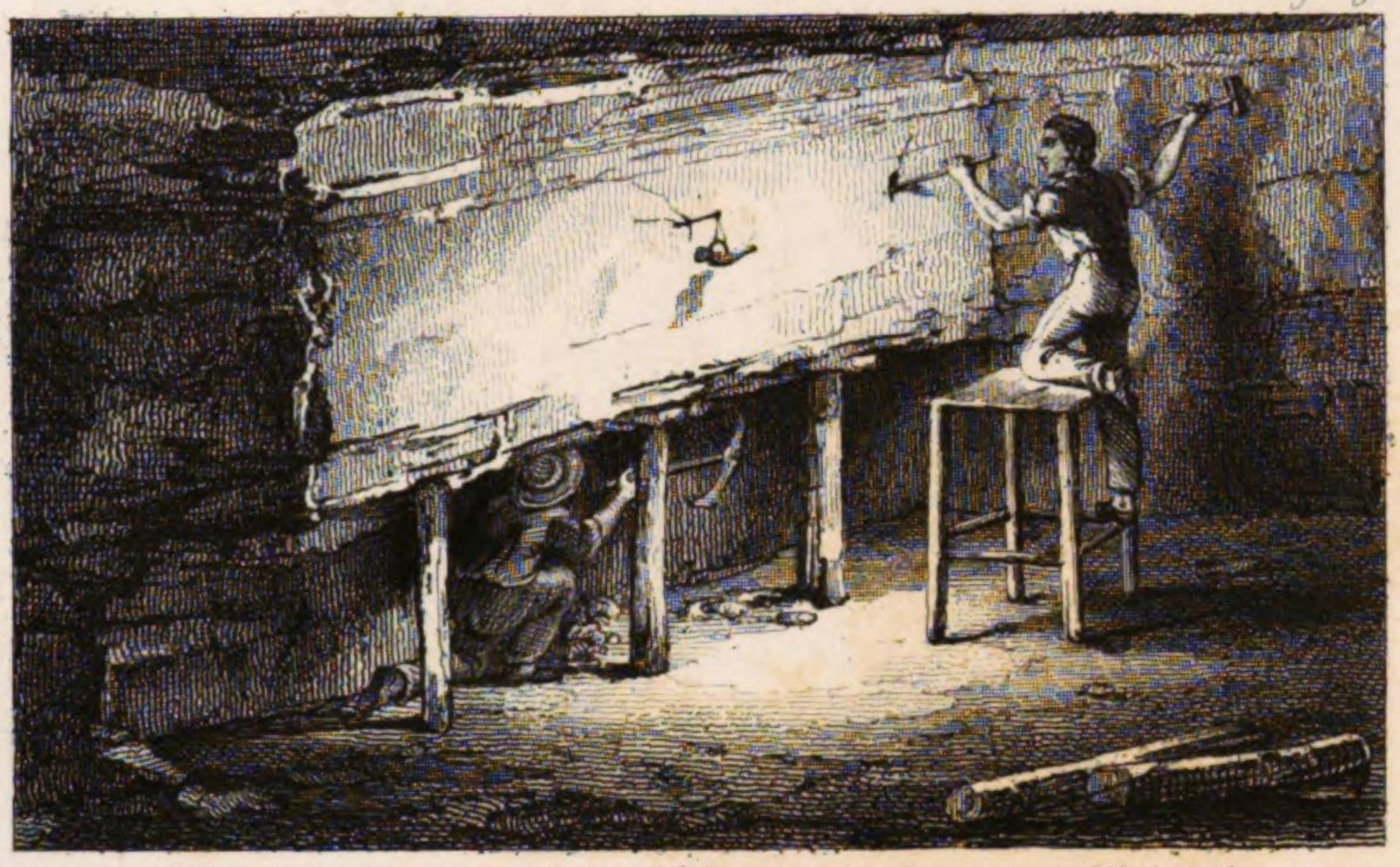
Unter Wasser wendet man auch die Bohrlöcher an, macht dieselben in der gewöhnlichen Weise, und ladet sie mit Patronen, die in einem Rohre aus Weißblech eingeschlossen werden; der Schuß wird auf die bekannte Art fortgethan. Nach jedem Schusse ist das Rohr auf der einen Seite zerstört, man kann es indeß durch Anbringung eines neuen Bodens von Neuem brauchen.

Nach dem Wegthun des Schusses müssen die Arbeiter mit Keilhaue und Brechstange alle gespaltenen und erschütterten Gesteinsmassen wegreißen und darauf achten, daß kein zweiter Schuß auf schon losem Gestein angesetzt wird. Durch Anschlagen mit dem Fäustel kann man am besten erkennen, ob das Gestein fest und ganz ist.

Das Ansetzen der Bohrlöcher erfordert bei den Häuern eine gewisse Einsicht und einen praktischen Blick. Man kann hierüber durchaus keine Regel geben, da die Richtung des Bohrloches von vielen Umständen bedingt wird. Die Form des Stoßes, die Richtung der Spalten und Schichtungsklüfte sind es besonders, die das Ansetzen eines Bohrloches bedingen.

Wenn das zu gewinnende Gestein so weich ist, um geschrämt werden zu können, so thut man am Besten, den Schram auf der Streckensohle oder den Einbruch an dem Schachtstoße zu machen, die Bohrlöcher hierauf in schiefer Richtung zu treiben. Man sucht so für jedes Bohrloch eine bestimmte Stelle und berechnet die Stärke der Gesteinsschicht nebst der dazu erforderlichen Pulvermenge, wobei man ganz insbesondere vermeiden muß, dem Schusse nicht zu viel aufzugeben, da so ein Zeit- und Pulververlust veranlaßt würde. Ist das Gestein zur Schrämarbeit nicht geeignet, so nimmt man den Einbruch durch kleine Schüsse, die in Bohrlöchern von 25 Cent. Met. Tiefe weggethan werden. Man benutzt endlich die natürlichen Spalten und die weniger festen Parthieen, wie die Sahlbänder eines Ganges, wobei man Acht giebt, daß, sobald ein anstehendes Ort auf zwei Seiten schon frei geworden, das Bohrloch nicht so tief geführt wird, daß der Schuß ohne Wirkung durchschlägt. Auf Fig. 36. ist die Art und Weise dargestellt, wie man eine Strecke in sehr festem Gestein betreibt; auf der Sohle ist ein kleiner Schram geführt. Auf Fig. 39. sieht man einen sehr tiefen und hohen Schram von 1,30 M.—2 Meter, wobei man das schwebende Gestein durch Spreitzen abfängt; das Gebirge ist geschichtet; der eine Häuer führt den Schram, während der andere auf einem

Fig. 39



Gesteinsgewinnung durch Schrämen u. horizontale Bohrlöcher.

Fig. 40

Gesteinsgewinnung durch Feuersetzen

Gerüste sitzend ein Bohrloch eintreibt, das die ganze Tiefe des Schrams hat, und die ganze Masse niederwerfen soll.

Das Pulver ist so eins der wesentlichsten Elemente des Grubenbetriebes geworden. Man mußte deshalb bei seiner Bereitung darauf bedacht sein, das zweckmäßigste Mischungsverhältniß zu treffen. Das Pulver wirkt im Allgemeinen erstens durch den Stoß, der durch die plötzliche Entwickelung der Gase hervorgerufen wird, zweitens durch die Ausdehnung dieser Gase. Durch die erstere Wirkung wird das Gestein gespalten, und das sucht man beim Schießen zu erreichen; durch die zweite aber werden die gerissenen Stücke fortgeschleudert, und das sucht man zu vermeiden; deshalb muß das Schießpulver, welches man beim Grubenbetriebe anwendet, so schwach wie möglich sein, und ist aus 65 Theile Salpeter, aus 15 Theile Kohle und 20 Theile Schwefel zusammengesetzt, während das gewöhnliche Schießpulver aus 75 Theile Salpeter, 12,50 Kohle und 12,50 Schwefel besteht.

Die Körner eines guten Pulvers müssen egal, trocken, hart, nicht abfärbend und frei von Staub sein; der Pulvervorrath darf nur in einem kleinen Pulverhause aufbewahrt werden, das isolirt und vor jeder Feuchtigkeit geschützt steht. Da die Pulverfabrikation in Frankreich prohibirt ist, so bekommen die Gruben ihr Pulver von der Regierung; man muß indeß vor dem Gebrauche des Pulvers seine Eigenschaften prüfen und thut dies mit verschiedenen Pulvermessern.

Die directe Wirkung des Pulvers ist größtentheils seiner Oberfläche proportional, denn man erhielt eine stärkere Wirkung, als man durch die Patrone einen cylindrischen Kern von hartem Holz oder Eisen steckte, der so die Oberfläche der Patrone für ein gegebenes Gewicht Pulver vergrößerte. Dieser Kern aber wurde öfters verschoben, und man kam zu demselben Resultate, als man dem Kerne einen indifferenten Körper in Staubform substituirte, durch welchen die Pulverkörner in gewissen Entfernungen von einander gehalten werden. Die Holzsägespäne zieht man in der Regel allen übrigen vor, und mengt davon $\frac{1}{3}$ (Steinsalzgruben der Meurthe) bis zur Hälfte des Pulvervolumens (Tarnowitz) bei. Nicht allein an diesen Orten, sondern auch in vielen anderen schwedischen und deutschen Gruben hat man vollständig bestätigt gefunden, wie man zur Erreichung eines gleichen Nutzeffectes $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ des sonst angewandten Pulvers ersparen könne. Die Versuche, welche von der Artillerie in Béfort angestellt wurden, haben bewiesen, wie man die Sägespäne, selbst bei den Petarden von 4 Cent. Met. Durchmesser, die 1 Meter tief eingegraben wurden, bis zur Hälfte

anwenden konnte. In den Gruben ist ein Gemenge von ⅓ Sägespäne das Gewöhnlichste. In Schweden bedient man sich kleiner auf den Seiten ausgehölter Holzpflöcke, die man an dem unteren Ende der Patronen anbringt, und so zwischen dem Pulver und dem Ende des Bohrloches einen von Pulver freien Raum herstellt, so die directe Kraft des Pulvers vermehrt, und mehr als ⅕ der sonst angewandten Pulvermenge erspart. Hierbei müssen die Bohrlöcher wenigstens 0,40 M. tief sein.

Das Häuerlohn variirt in den einzelnen Gruben ungemein, denn der Preis hängt nicht allein von der Härte und Zähigkeit des Gesteins ab, sondern auch von der massigen oder geschichteten Structur desselben, von den größeren oder kleineren Klüften, von der Form und den Dimensionen des zu treibenden Ortes, von dem durchschnittlichen Schichtlohn, das man den Bergmann verdienen lassen muß, von der Geschicklichkeit des Häuers eben zu dieser Arbeit und dem Preise der verbrauchten Materialien des Pulvers, Stahls und Geleuchtes. Wir können also die Gewinnungskosten nur nach einer Erörterung der verschiedenen Betriebsverhältnisse anführen, wobei wir uns indeß auf eine Schätzung der nöthigen Zeit und Pulverconsumtion beschränken müssen, und hierin durch die folgenden Zahlen geleitet werden sollen.

In den Tagebauen bietet die Gesteinsgewinnung die geringsten Schwierigkeiten dar, denn die Blöcke liegen nicht allein offen da, sondern man kann auch das Pulver in größerer Menge anwenden. So wird dann ein Häuer bei einem gut vorgerichteten Tagebau in der Schicht folgendes gewinnen:

	Cubik Mtr.		Kilogr.	
In dem härtesten Granit	2,50	mit	0,65	Pulver
Sandstein, — dem von Straßburg und St. Etienne	4 bis 6	mit	1,50	=
Marmor	8	mit	1,60	=
Pariser Grobkalk	16	mit	3	=
Gyps	20 bis 25	mit	2	=

In den Grubenräumen geht dies viel langsamer. Das Gestein kann gleichsam nur lagerweise fortgenommen werden; wenn wir als Beispiel die gewöhnlichen Förderstrecken nehmen, so finden wir pro Cub. Met. an verbrauchtem Pulver und verbrauchter Zeit Folgendes:

Gesteinsbeschaffenheit.	Pulver.	Arbeitsstunden.	Streckendimension.
Dichter und metallführender krystallinischer Quarz	6,80	210	1,90×1,20
Sehr harter und zäher Gneiß	4,64	171	2×1
Silbererz in harter Gangmasse (Conglomerat von Gneiß mit quarzigem Bindemittel)	3,88	143	2×1

Gesteinsbeschaffenheit.	Pulver.	Arbeits-stunden.	Strecken-dimension.
Aehnlicher Gang, aber mit thonigen Sahlbändern	2,20	111	2,10×0,85
Gang mit einer Gangmasse von Gneißconglomerat mit thonigem Bindemittel	1,30	66	2,47×1
Kleiner Gang mit losen Sahlbändern	0,82	39	2,47×1,47

Diese Beispiele sind aus den sächsischen und böhmischen Gruben genommen, und zeigen, welchen Einfluß die Beschaffenheit des Gesteins auf das Fortschreiten des Streckenbetriebes hat. Die Härte des Gesteins ist aber nicht allein von Wichtigkeit, sondern die einzelnen Klüfte Spalten und Absonderungsflächen bedingen auch gar sehr die zum Betriebe nöthige Zeit. Die gemachten Mittheilungen wollen wir nun durch die Kostenangabe für den Streckenbetrieb in nicht Feuer gebenden aber beständig gleichartigem Gestein vervollständigen.

Gesteinsbeschaffenheit.	Pulver.	Arbeits-stunden.	Strecken-dimension.
Kiesel; harter, compacter, krystallinischer Kalk . .	2,50	53	1,90×1
Dichter Marmor	2	48	2,10×1,26
Schieferiger Marmor	1,55	45	2,30×1,50
Lithograph. Stein	0,90	30	2,50×2
Steinsalz	0,33	19	2,50×3
Milder Thonschiefer	0,27	13	2,30×1,50

Man sieht, daß der Cub. Met. Gestein um so weniger kostet, als das zu treibende Ort größer ist, worüber wir bei den verschiedenen Grubenarbeiten noch weiter sprechen wollen. Beim Schachtabteufen findet ein noch ungünstigeres Verhältniß statt, da das Gewicht des Gesteines, statt zu helfen, entgegensteht, und man wenigstens $\frac{1}{4}$ mehr an Zeit und Pulver, und die Hälfte mehr rechnen muß, wenn viele Wasser vorhanden sind.

Erdbohren.

Den Erdbohrer wendet man in den Bergwerksrevieren zur Untersuchung des Terrains und zum Auffinden der Lagerstätten brennbarer Fossilien, Steinsalz ꝛc. an; ferner um durch verticale, geneigte oder horizontale Oeffnungen Wetter- und Wassercommunicationen zu bewirken, endlich zur Erschürfung von Erzen oder sonstigen Mineralien innerhalb der Grube, und um Wasser und schädliche Gasarten abzuführen, die sich in den natürlichen Spalten oder in dem alten Manne angehäuft hatten.

Die Erdbohrer sind nach ihrem Gebrauche verschieden, und man unterscheidet erstens den kleinen Bohrer oder den Bohrer der Bauleute, mit denen man Löcher von 10—30 Meter Teufe und 5—7

Cent. Met. Durchmesser niederstößt; zweitens den Bergbohrer, der bis zu 200 Meter auf 0,16 M. angewandt wird; drittens endlich den großen Bohrer oder Brunnenbohrer, womit man Löcher von 0,16—0,30 M., und so tief nieder bringen kann, als es die Vorrichtungen überhaupt gestatten, was bisweilen 500 Meter übersteigt; alle diese Bohrer können übrigens mit einem gewöhnlichen Bohrer verglichen werden, bei denen man drei Theile unterscheidet: das Oberstück, (manche) Mittel- oder Schaftstück (tige) und Unter- oder eigentliches Bohrstück (outil). Hierzu kommt nun noch das Bohrgerüste.

Das Kopfstück muß zwei Anforderungen genügen; es muß sich erstens drehen lassen und diese Bewegung dem Bohrer mittheilen, ohne das Seil oder die Kette zu drehen; zweitens muß es durch einen Hebel gefaßt werden, um so der auf und niedergehenden Bewegung desselben folgen zu können. Man erreicht dies durch das Aufsetzen eines Oehres auf das Oberstück und das Verbinden desselben mit einer Hebevorrichtung durch gewöhnliche oder Laschenketten (Fig. 45.). Herr Degoussée fügte dem Oberstücke einen Hebel hinzu, an dem ein schwerer Stein als Gegengewicht und zur Unterstützung der Kette angebracht ist. Die einfachste Vorrichtung des Oberstückes ist die, wenn demselben ein bloßes Oehr aufgeschraubt ist (Fig. 42.), und dieses mit der Hebelvorrichtung in Verbindung steht. Die Mittel- oder Schaftstücke, d. h. die eigentlichen Bohrstangen bestehen aus zwei Theilen, der Stange im eigentlichen Sinne und des Theiles derselben, wo sie mit einander verbunden werden.

Die Stangen werden aus vierkantigem Eisen mit etwas abgerundeten Kanten angefertigt. Ihre Stärke variirt von 0,025—0,050 M. Seitenfläche, je nach der Stärke des Erdbohrers überhaupt. Sie müssen von zähem, weichem und gut geprüftem Eisen angefertigt sein, ihre Länge variirt von 5—8 Meter; um nun das Oberstück stets in der zweckmäßigsten Höhe zu haben, muß man auch Auswechselungsstücke von 0,50 M., 1, 2 und 4 Meter haben. Diese einzelnen Gestänge werden unter sich durch Schrauben oder Gabeln verbunden (Fig. 46.).

Ein eisernes Bohrgestänge gewährt offenbaren Vortheil vor allen übrigen, namentlich bei solchen Bohrlöchern, die nur bis 100 Meter niedergebracht werden, weil sie allein erlauben den Bohrer umzusetzen und in solcher Weise die Arbeit zu reguliren. Das Gewicht dieses Gestänges ist das Hauptgewicht des ganzen Bohrers; es ist also von Wichtigkeit, ihm eine dem Durchmesser und der Tiefe des Loches proportionale Stärke zu geben. Das Gestänge der großen Brunnenbohrer

Fig 42

Oberstück

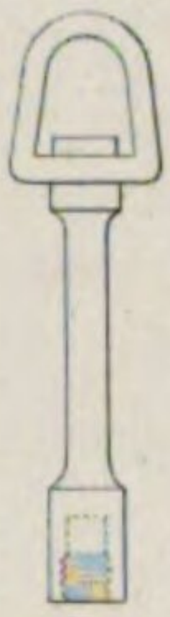


Fig. 43

Stangenschlüssel

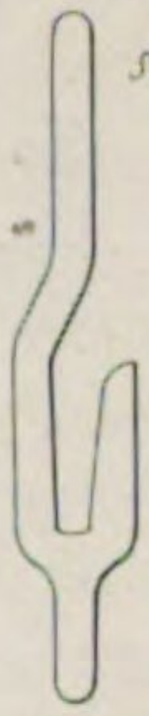


Fig. 44

Eynhausensches

Bohrgestänge.

a a'

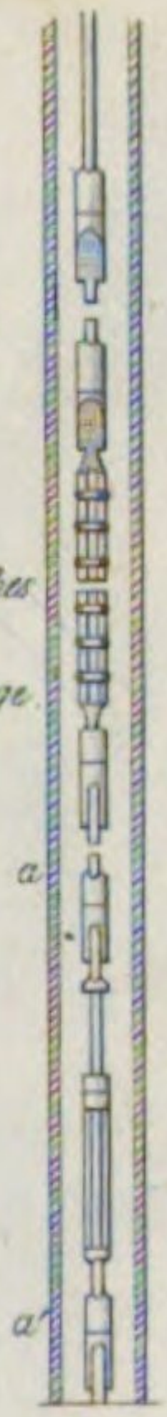
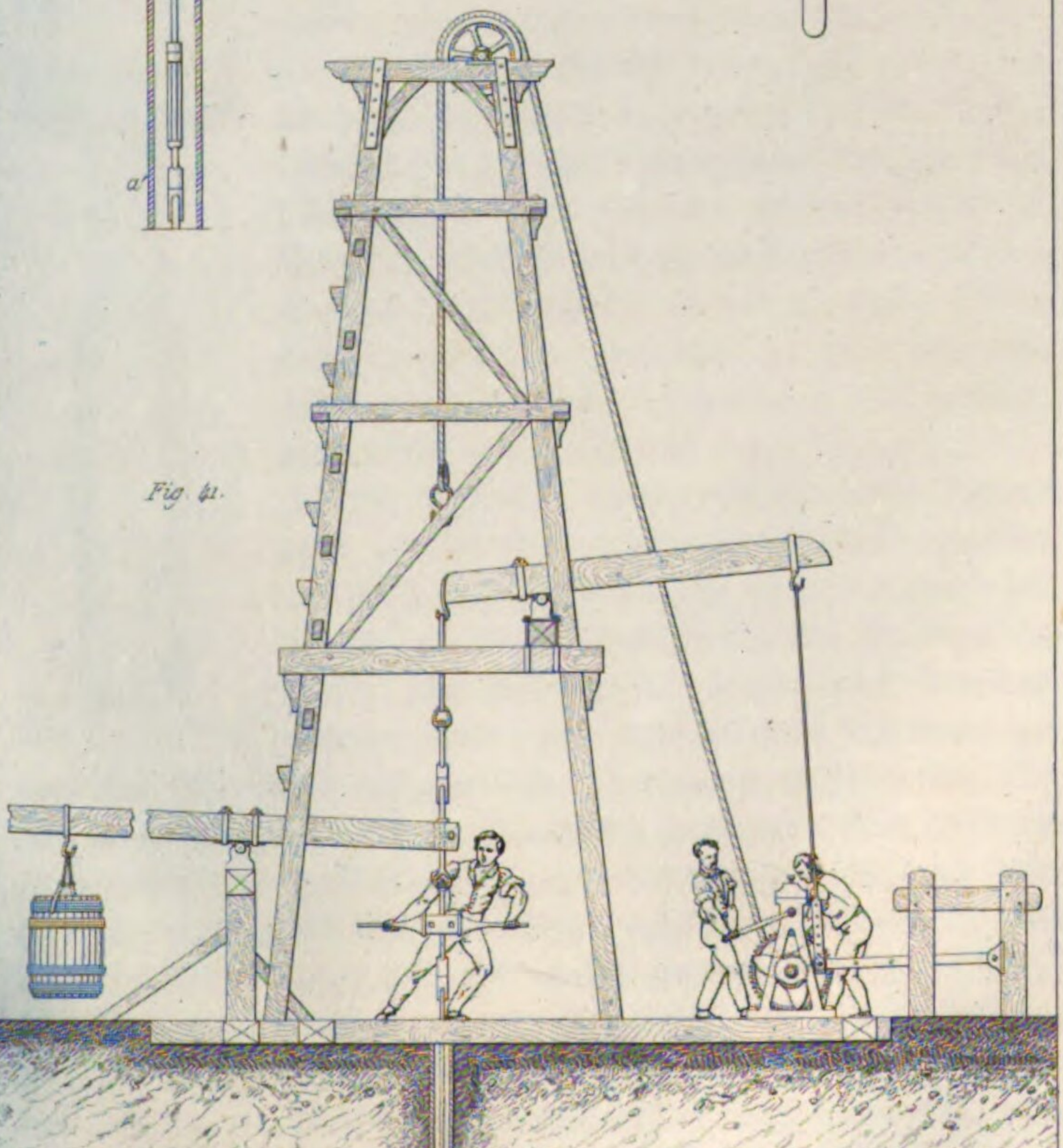
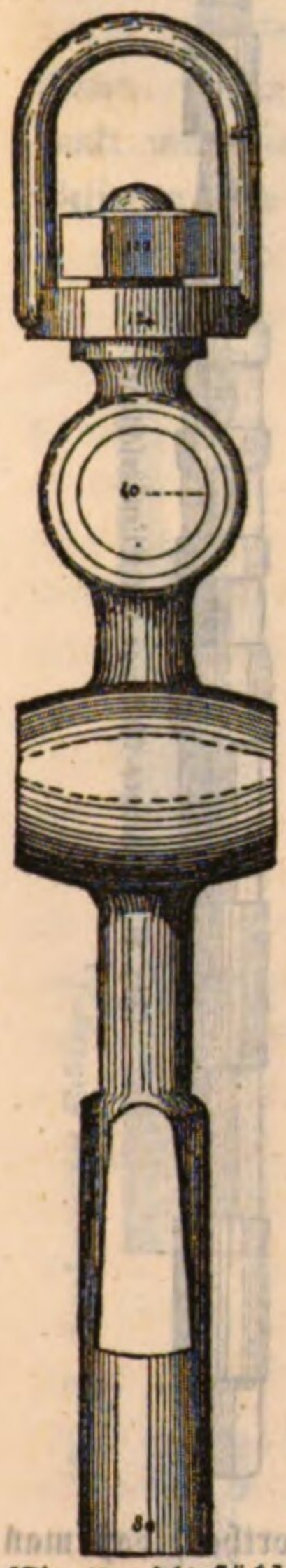


Fig. 41.



Bohrgerüste des Herrn Degousée.

hat 0,05 Seitenfläche und wiegt 19—20 Kilogr. für den laufenden Meter, wozu noch das Gewicht der Schraubenmutter und resp. Schraube kommt. Bei dem kleinen Bohrer beträgt das Gewicht allein 5 Kilogr. für den laufenden Meter und bei dem Bergbohrer 12 Kilog., ein je längeres Gestänge man also nöthig hat, desto stärker muß dasselbe sein; die oberen Theile lasten auf den unteren, und die Wahrscheinlichkeit des Zerbrechens vermehrt sich in einem wachsenden Maße.

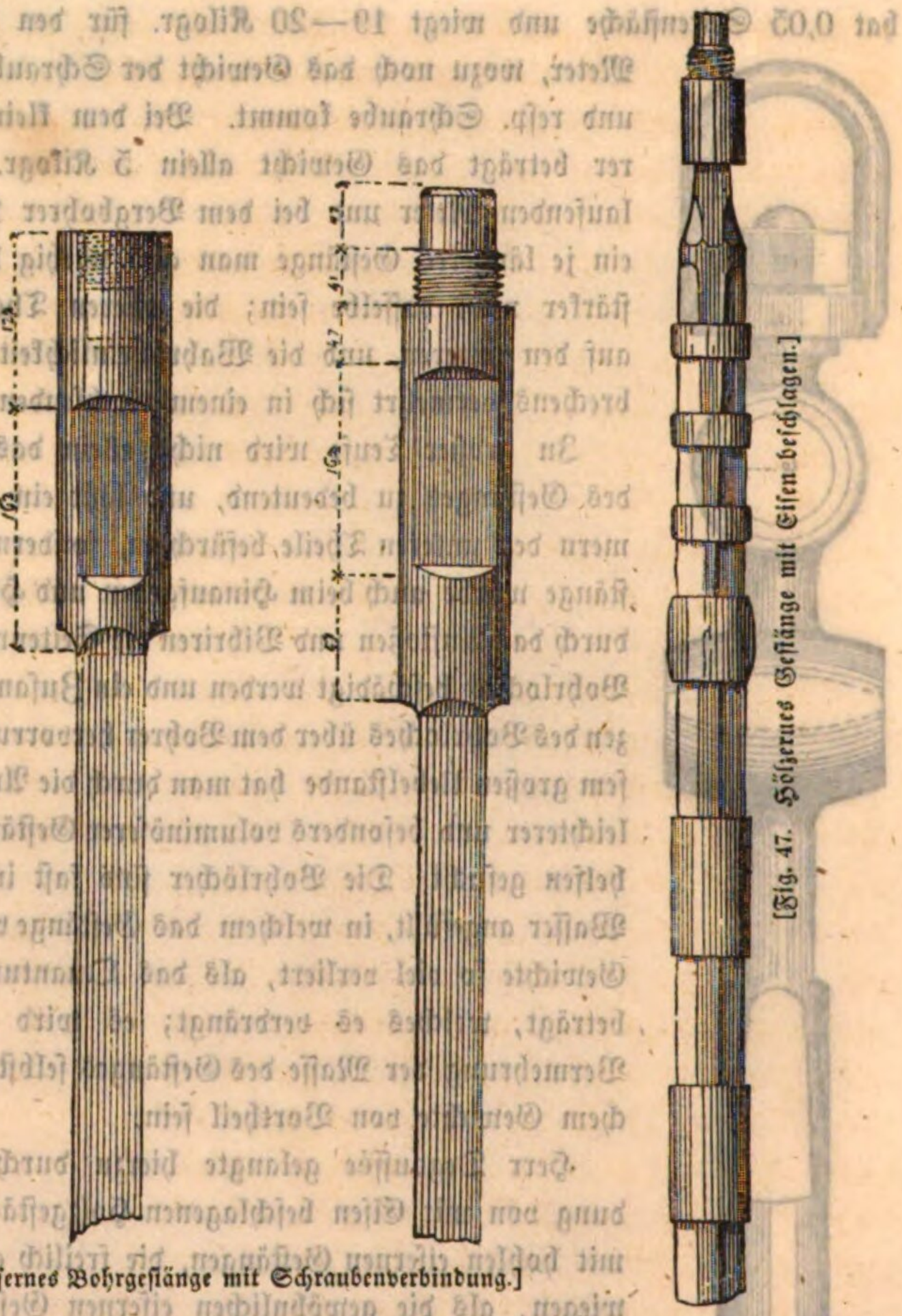


[Fig. 45. Oberstück.]

In großer Teufe wird nicht allein das Gewicht des Gestänges zu bedeutend, und läßt ein Zertrümmern der unteren Theile befürchten, sondern das Gestänge würde auch beim Hinaufgehen und Hinabfallen durch das Anstoßen und Vibriren die Seitenwände des Bohrloches beschädigt werden und ein Zusammenstürzen des Bohrloches über dem Bohrer hervorrufen. Diesem großen Uebelstande hat man durch die Anwendung leichterer und besonders voluminöserer Gestänge abzuhelfen gesucht. Die Bohrlöcher sind fast immer mit Wasser angefüllt, in welchem das Gestänge von seinem Gewichte so viel verliert, als das Quantum Wasser beträgt, welches es verdrängt; es wird also eine Vermehrung der Masse des Gestänges selbst bei gleichem Gewichte von Vortheil sein.

Herr Degoussée gelangte hierzu durch Anwendung von mit Eisen beschlagenen Holzgestängen oder mit hohlen eisernen Gestängen, die freilich ebenso viel wiegen, als die gewöhnlichen eisernen Gestänge, im Wasser aber mehr als die Hälfte ihres Gewichtes verlieren, und wegen ihres größeren Volumens geringereren Vibrationen ausgesetzt sind. Die hölzernen Gestänge (Fig. 47.) sind durch eiserne Schrauben mit einander verbunden. Man treibt die eisernen Verbindungsstücke keilförmig in das Gestänge ein, oder befestigt sie äußerlich mit in Weißglühhitze angeschlagenen Bändern. Die Gestänge sind auf ihrer ganzen Länge an mehreren Punkten mit Eisenschienen beschlagen, und ihr Durchmesser beträgt 10—12 Cent. Met.

Die hohlen eisernen Gestänge bestehen aus möglichst langen eisernen Röhren, die unter sich durch ausgebohrte Muffen verbunden sind. Dieses Gestänge verliert im Wasser die Hälfte seines Gewichtes, und



[Fig. 46. Eisernes Bohrgestänge mit Schraubenverbindung.]

[Fig. 47. Hölzernes Gestänge mit Eisenbeschlagen.]

sie haben vor den noch leichteren Holzgestängen den Vortheil, daß man mit ihnen den Bohrer handhaben kann.

Bei einem tiefen Bohrloche muß man also das ganze Gestänge aus starken Eisenstangen in der größeren Teufe und aus leichteren Eisen- oder Holzstangen oben anfertigen. Diese Vorrichtung erscheint um so nöthiger, als man überhaupt nur ein bestimmtes Gewicht auf die unteren Theile des Gestänges wirken lassen muß, wenn man nicht dessen Zerbrechen befürchten will. Man beachtet dies nicht immer, und weiß sich deshalb nicht die zahlreichen Unfälle zu erklären, die beim Bohren vorkommen. Die Erbohrung des Greneller Brunnens hat sieben Jahre gedauert, und war nur eine Reihe solcher unglücklichen Zufälle. Es genügt aber dennoch eine Zusammensetzung des Gestänges nicht, um

seines Gewichtes bei großen Teufen Meister zu sein, und bei einer Teufe, die 300 Meter übertrifft, war man bis jetzt noch nicht im Stande, mit gewisser Sicherheit zu arbeiten. Herrn v. Oeynhausen verdankt man eine Verbesserung, auf deren Anwendung das glückliche Gelingen aller Bohrarbeiten beruht.

Er theilt nämlich das Gestänge (durch Rechnung) in zwei Parthien, von denen das Gewicht der oberen, da es durch ein Gegengewicht aufgehoben wird, als Null anzusehen ist, und wo deshalb die untere Hälfte allein wirken kann. Diese macht man ungefähr 6—800 Kilog. schwer (Fig. 41.).

[Fig. 48. Oeynhausensches Gestänge.]

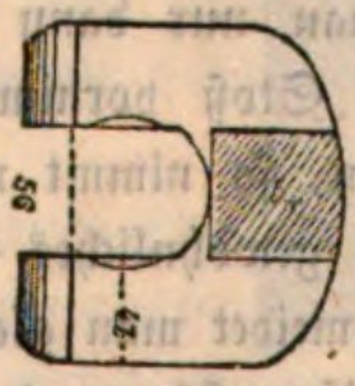
Zwischen beide Theile des Gestänges bringt man nun das Oeynhausensche Gestänge (Fig. 48. u. 44.). Dasselbe besteht aus zwei 0,30 M. weit in einander gleitenden Gestängen, so daß bei dem Stoß die beiden Hälften während des Hinabgehens unabhängig sind. Wenn man nun den oberen Theil durch einen Hebel, wie Fig. 41. zeigt, im Gleichgewichte hält, so wird der untere Theil allein hinabfallen, während man das ganze Gestänge sich selbst überläßt, und der obere Theil wird sich nach einem Hinaufgleiten von 0,30 M. auf den anderen Theil aufsetzen. Dieses Gestänge wendet man nur dann an, wenn man eine Bohrarbeit durch Stoß vornimmt; will man aber das Gestänge drehen, so nimmt man es nicht, und ersetzt es durch ein gewöhnliches Gestänge. In einem solchen Falle vermeidet man gleichfalls das hölzerne oder dünne Eisengestänge, dessen man sich gleichfalls bedienen konnte, um eine Ueberlastung der unteren Parthien zu vermeiden, und man setzt das ganze Gestänge aus starken Eisenstangen zusammen.

Die Verbindung der Stangen unter sich geschieht auf zwei Weisen, entweder durch Schrauben oder durch Gabeln. Die beste Verbindungsart ist die durch Schrauben mit dreieckigen Gewinden; über dem ausgeschnittenen Theile der Schraube ist ein glatter Kranz, damit dieselbe leichter in die Mutter geht; unterhalb derselben tritt die abgeplattete Stange mit dem sogenannten Bunde, einem fest umgelegten und angeschweißten Ring, der dazu dient, die betreffende Stange

auf einem deshalb über dieselben geschobenen gehörig unterstützten Stangenschlüssel zum Aufsitzen, und somit zum Feststehen zu bringen, wenn die nächsten oberhalb befindlichen Stangen an- und abgeschraubt werden sollen (Fig. 43. u. 49.).

Der einzige Uebelstand, den die Verbindung durch Schrauben mit sich führt, besteht darin, daß man immer genöthigt ist, den Bohrer nach einer Seite zu drehen. Man kann diesem Uebelstande zwar durch Anbringung eines Zapfens vorbeugen, aber er ist im Grunde zu unbedeutend, als daß man deshalb die Vorrichtung compliciren sollte. Die einzelnen Stangen müssen mit größter Sorgfalt stets in derselben Ordnung an einander gefügt werden.

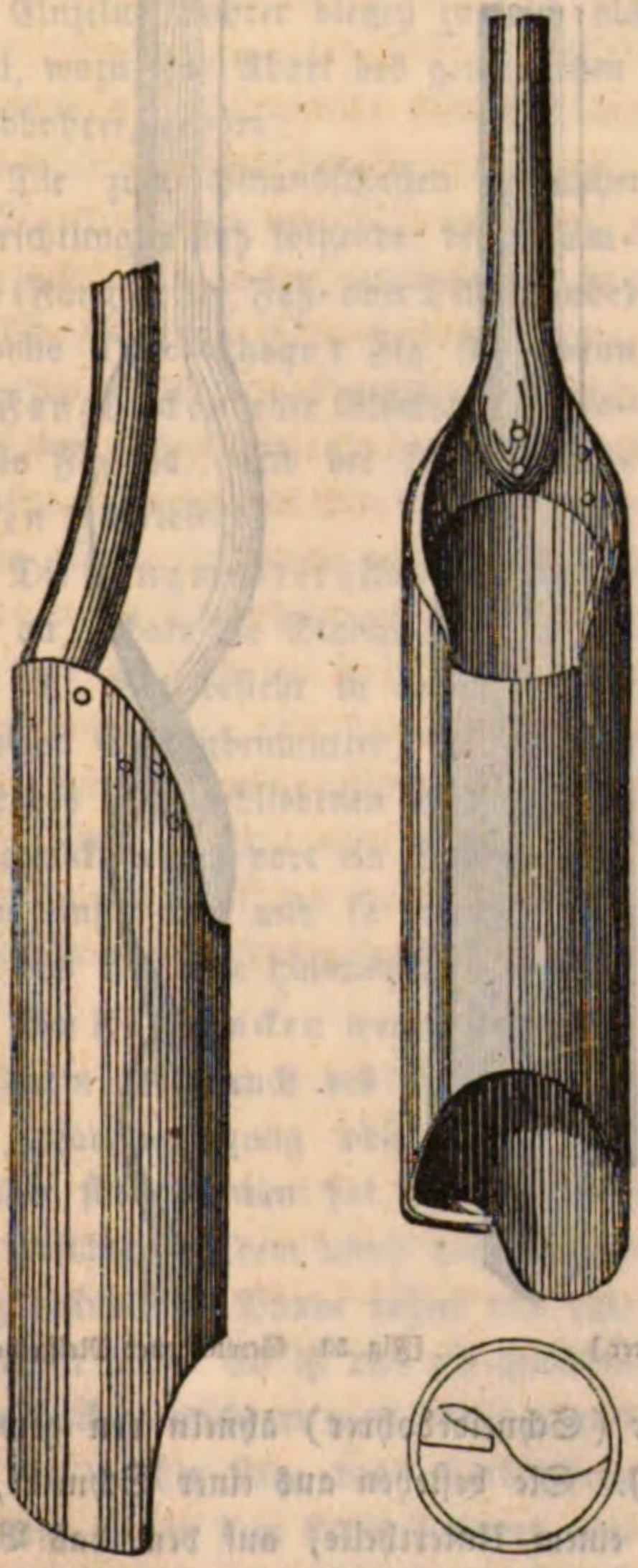
Die Zusammenfügung, vermittelst Gabeln, paßt für die kleinen Bohrer am Besten. Die Verbindung geschieht je nach der Stärke der Gestänge durch zwei oder drei Bolzen und ist durchaus nicht so haltbar, wie die vorige. Die Bolzen werden bald lose, und das Gestänge hat so keinen Halt mehr. Der Nachtheil dieser Verbindung besteht ferner in dem größeren Zeitaufwande, der zu dem Auseinandernehmen des Gestänges erforderlich ist. Man braucht bei der Aneinanderfügung der Gabeln ungefähr zwei Minuten, während eine Schraubenverbindung nur 30—40 Secunden erfordert. Von der Aneinanderfügung mittelst Muffen und einzelnen Varietäten der Gabelverbindungen, wollen wir wegen ihres offenbar geringeren Werthes gar nicht sprechen.



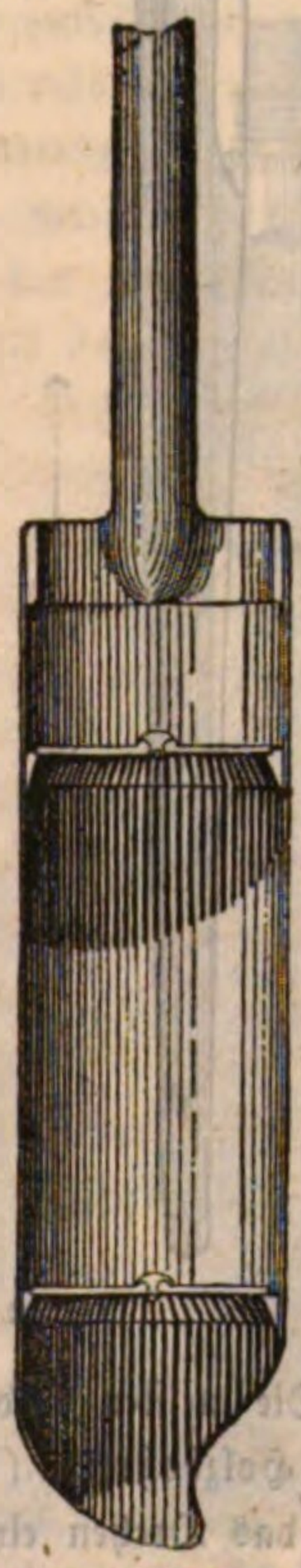
[Fig. 49. Stangenhaken.]

Das Unterstück des Bohrers ist der eigentlich wirksame Theil; seine Gestalt wird nach dem Gebrauche verschieden sein und sich nach der Festigkeit des Gesteins, in dem man bohrt, richten. Die erste Bedingung des Bohrers besteht darin, daß er dieselbe Dimension wie das Bohrloch selbst haben muß. Das eigentliche Bohrstück ist an das Ende einer Stange angeschweißt, die auf gewöhnliche Weise mit dem Gestänge zusammen gefügt ist. Bei einer Schraubenverbindung ist der Meißel unmittelbar angeschraubt. Rücksichtlich des Gebrauchs kann man 1) die Bohrer unterscheiden, welche zum Durchsetzen des Gebirges durch Stoß (Kolben- und Meißelbohrer) angewandt werden.

2) die Bohrer, um aus dem Bohrloche mildes und rolliges Gestein (Schneidebohrer) entweder sofort oder nach vorherigem Stoße heraus zu schaffen; 3) die Bohrer zum Ausputzen des Bohrloches; 4) endlich die Fangwerkzeuge. Die ersteren bestehen in verschiedenen schneidenden Werkzeugen, die man Meißel nennt. Diese Meißel haben eine sehr verschiedene Form. Wir wollen hier nur die gewöhnlichsten Formen mittheilen, um hiernach die Veränderungen zu zeigen, welche man bei ihnen anbringen könnte, die indeß von weit geringerer Wichtigkeit sind, als man es in der Regel annimmt, denn gar häufig stieß man mit einem und demselben Meißel Bohrlöcher in dem verschiedenartigsten Gestein nieder.



[Fig. 50. Löffel (Schneidebohrer).]



[Fig. 51. Löffel mit Ventil.]

Für das härteste Gestein benutzt man einen einfachen Meißel, der die Breite des Bohrloches hat. Für das zähe Gestein wendet man den Spitzbohrer (trépan élargisseur) an, der auf Fig. 52. abgebildet ist. Die runden und gewundenen Meißel mit einfacher Spitze oder gekreuzter Schneide (Kronenbohrer, Kolbenbohrer) finden eine sehr beschränkte Anwendung. Hiervon ist indeß der gewundene Meißelbohrer (trépan rubané) (Fig. 53.) ausgenommen, der für das ganz milde Gestein außerordentlich gut ist.

[Fig. 52. Spitzbohrer.]

[Fig. 53. Gewundener Meißelbohrer.]

Die meisten Bodenbohrer (Schneidebohrer) ähneln den gewöhnlichen Holzbohrern (tarières). Sie bestehen aus einer Schneide, die durch das Drehen eindringt, einem Untertheile, auf dem das Bohrmehl sich ansammelt und einer Hülse (Fig. 50.). Man wendet diesen

Bohrer bei hartem Gestein natürlich nur nach vorheriger Benutzung der Meißelbohrer an.

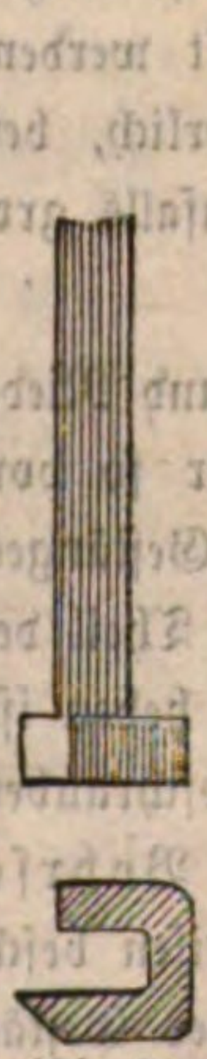
Die Form der Bodenbohrer richtet sich nach der Beschaffenheit des Gebirges, in dem man bohrt; in dem thonigen und kalkigen Gestein, das selbst nach der Zerkleinerung noch immer einen gewissen Zusammenhang hat, ist die Hülse offen und cylindrisch; in dem schwimmenden Sande und Letten hingegen geschlossen und mitunter conisch, in dem letzteren Falle ist man öfter genöthigt, sich bei den Bohrern der Ventile (Fig. 51.) oder einer beweglichen Kugel (Fig. 60.) zu bedienen, damit beim Hinaufziehen des Bohrers die gewonnenen Massen nicht zurückfallen können (Sandlöffel).

Einzelne Bohrer dienen zugleich als Meißel und Erdbohrer oder Löffel, wozu eine Abart des gewundenen Meißelbohrers (Fig. 53.), der Sandbohrer, gehört.

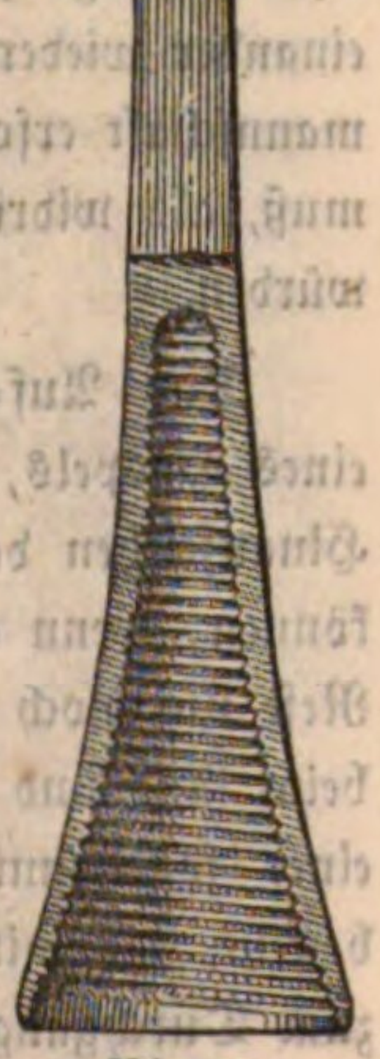
Die zum Hinausschaffen gebrochener Gezähstücke angewandten Vorrichtungen sind folgende: die Trompete (Fangmutter, Faß- oder Dillschraube) (gloche d'accrochage) Fig. 55.; dann der Fanghacken oder Glückshacken (caracole Fig. 54., und der Fangfederhacken (souricière).

Die Fangmutter (Fig. 55.) wendet man an, sobald die Stange selbst gebrochen ist. Sie besteht in einer trichterförmigen Schraubenmutter, die auf das Ende des sitzen gebliebenen Gestänges fest aufgedrückt wird, dort ein Schraubengewinde einschneidet und so bewirkt, daß man das Gestänge hinausziehen kann.

Den Fanghacken wendet man dann an, wenn der Bruch des Gestänges an der Zusammenfügung oder unmittelbar darüber stattgefunden hat, so daß man das Gestänge an dem unter der Verbindung befindlichen Bunde fassen und hinausziehen kann. Es ist dies ein gewöhnlicher Hacken; nachdem man sich überzeugt hat, in welcher Lage das abgebrochene Gestänge sich in dem Loche befindet, indem man durch einen Thonpfropfen sich



[Fig. 54. Fanghacken.]



[Fig. 55. Fangmutter.]

einen Abdruck des Gestänges verschafft, so bringt man den Fanghacken von vornherein gleich in der passenden Weise in das Bohrloch, um das Gestänge unterhalb der Zusammenfügung zu fassen und heraus zu ziehen.

Der Fangfederhacken besteht in einer Hülse, in die das Gestänge hinein kommt, aber durch angebrachte Federn von Stahl nicht mehr hinabgleiten kann.

Wenn man mit all diesen Mitteln nicht im Stande ist, ein zerbrochenes Gezähstück hinaus zu ziehen, so bleibt nichts weiter übrig, als dasselbe in die Wände des Bohrloches hinein zu drücken.

Nach der Beschreibung der Gezähstücke werden wir deren Manipulation sehr leicht auseinandersetzen können.

Auf dem Punkte, wo das Bohrloch niedergestoßen werden soll, teuft man zuerst einen einige Meter tiefen Bohrschacht ab, stellt darin eine hölzerne Röhre in genau senkrechter Richtung auf (deren Durchmesser etwas größer ist, als das Bohrloch werden soll), befestigt diese Röhre an der oberen Hälfte durch ein Holzgerüst und füllt alsdann den Schacht wieder aus. Ueber dieser Lehrröhre errichtet man nun das Bohrgerüst, das fest gebaut und so hoch sein muß, um damit eine Stange nebst Unterstück auf einmal durch den daneben gestellten Haspel in die Höhe heben zu können. Zu dem Bohrgerüste gehört alsdann noch der Bohrschwengel. Das eigentliche Abbohren besteht in dem Hineinbringen des Bohrers, der Arbeit des Meißels, dem Löffel oder der Anwendung des Schneidebohrers und dem Herausziehen des Gestänges; diese einzelnen Arbeiten müssen ohne Unterlaß hinter einander wiederholt werden, und dazu ist eine gehörig starke Bohrmannschaft erforderlich, bei deren Wahl man um so sorgfältiger sein muß, als widrigenfalls große Zeit- und Kraftaufwände verloren gehen würden.

Das Auf- und Niederziehen des Gestänges geschieht vermittelst eines Haspels, der so vorgerichtet ist, daß 4—6 oder 8 Leute beim Hinaufziehen des Gestänges beschäftigt sein, und so schneller arbeiten können, wenn ein Theil des Gestänges bereits herausgeschafft und der Rest nur noch zu heben ist. Um dem Bohrer eine sichere Unterstützung beim An- und Abschrauben des Gestänges zu geben, bedient man sich einer sogenannten Bohrscheibe, die aus einem Stück Eichenholz besteht, das mit Eisen beschlagen ist, und in der Mitte eine Oeffnung zum Durchgang des Gestänges hat, die mit im Scharniere gehenden Klappen versehen ist. Auf diese Scheibe wird der Stangenschlüssel

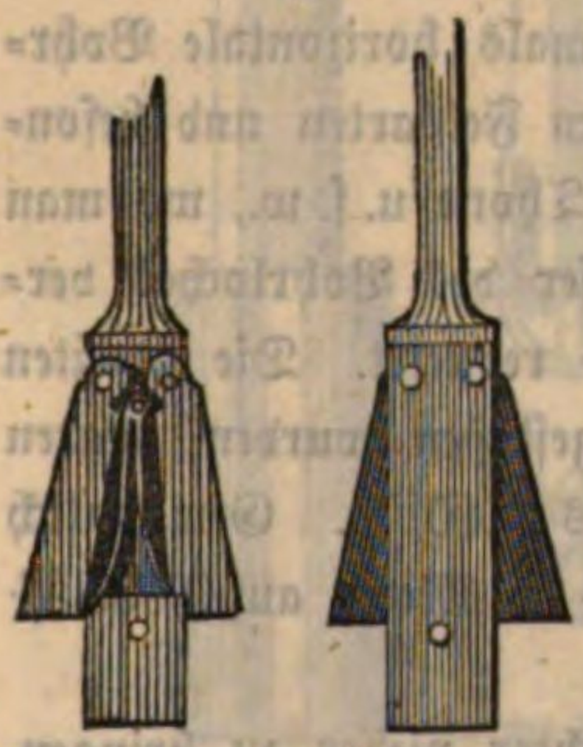
gelegt, der dem Bunde eine Stütze zum An= und Abschrauben des Gestänges gewährt.

Das Bohren geschieht durch den Bohrschwengel, den man entweder direct durch Menschenkraft bewegt, oder durch ein Sprossenrad, an dessen Welle Hebedaumen angebracht sind (Fig. 41.). Wird das Gestänge zu schwer, so bringt man in der oben angedeuteten Weise das Oehnhausensche Einsatzstück an, und richtet zur Aufhebung des Gewichts vom oberen Gestängtheile einen Gegenbalancier vor, dessen Gewicht je nach dem Stande des Einsatzstückes verändert werden kann.

Ist man genöthigt, das Bohrloch auszusetzen, so bedient man sich gewöhnlich der Blechröhren, kann aber auch hölzerne oder gußeiserne Röhren in Anwendung bringen, die man erst dann einbringt, wenn das Bohrloch gut ausgerundet ist. Man steckt die einzelnen Röhren, aus denen die Röhrentour besteht, nach und nach trichterförmig in einander und nietet dieselben an einander.

Durch das Einbringen der Röhren wird wie natürlich der Durchmesser des Bohrloches nach und nach verringert. Die Stärke der Blechröhren ist 0,005 bis 0,002 M., der Durchmesser variirt von 0,30 bis 0,09 M. Die Röhren müssen immer kleiner sein als der Durchmesser des Bohrloches und mithin wird die Breite des Bohrers deshalb in wachsendem Maße kleiner werden müssen.

In einzelnen Fällen kann das Bohrloch mit Röhren ausgesetzt werden, und man unter demselben dennoch fortfahren. mit denselben Gezähstücken zu arbeiten. Die letzteren müssen alsdann mit Federn versehen sein (Fig. 56.), damit sie durch die enge Röhrentour eingebracht werden können, und unterhalb derselben ihre frühere Breite erhalten. Die Röhrentour wird nun in dem Loche in dem Maße weiter gestoßen, als dessen Tiefe zunimmt. Im schwimmenden Sande bringt man die Röhrentour dadurch ein, daß man unter derselben einen Schneidebohrer mit Kugelventil niederstößt und die Röhren durch ihr eigenes Gewicht weiter vordrängt. Der Schneidebohrer oder Löffel füllt sich gleich einer Pumpe durch auf und niedergehende Bewegung an.



[Fig. 56. Meißel mit Federn.]

Das Heben und Herausziehen der Röhre geschieht durch ein Gezähstück, das unter Fig. 57. abgebildet ist. Dasselbe besteht aus einer cylindrischen Muffe, an der zwei bewegliche Hacken angebracht sind, die bei der Drehung des Gezähstückes sich nach einer Seite hin öffnen,

und sich bei der Wendung nach entgegengesetzter Seite hin schließen. Man kann dasselbe ebenso zum Einhängen der Röhre und zum Ausweiten des Bohrloches unterhalb der eingebrachten Röhrentour anwenden.

[Fig. 57. Gezähe zum Einbringen und Herausziehen der Röhren.]

Schon oben erwähnten wir, wie man in den Gruben öfters gezwungen wäre, geneigte oder horizontale Bohrlöcher nieder zu stoßen. Die hierbei angewandten Gezähstücke sind zwar den so eben beschriebenen gleich, aber deren Handhabung muß nothwendigerweise einige Modificationen erleiden. Um z. B. ein horizontales Bohrloch niederzustoßen, wird man zur Unterstützung des Bohrers denselben auf eine Reihe von beweglichen Rollen legen müssen, wobei von der Stoßkraft beim Bohren wie natürlich fast gar nicht die Rede sein kann. Hier kann man einzig und allein das Bohrloch dadurch niederbringen, daß man mit großen Schlägeln auf den Bohrer schlägt, und ihn nach jedem Schlage umsetzt. Zur Unterstützung des Bohrers bedient man sich auch öfters einer runden Stange, die durch eine gußeiserne Röhre hindurch geht und durch 2 Stopfbüchsen in der Mitte erhalten wird. Die drehende Bewegung läßt sich so gleichfalls sehr leicht herstellen.

Man stößt indeß in hartem Gestein niemals horizontale Bohrlöcher nieder; dies geschieht nur in den milden Felsarten und besonders in der Kohle, dem Steinsalz, dem Kalke, Thone u. s. w., wo man selbst noch so viel als möglich den Durchmesser des Bohrloches vermindert und z. B. auf 0,035 M. oder 0,50 M. reducirt. Die größten Bohrlöcher, welche je auf diese Weise niedergestoßen wurden, waren nicht tiefer als 30 Meter und nicht weiter als 0,10 M. Gewöhnlich aber übersteigen sie nicht eine Länge von 10—15 Meter auf 0,035 M. Durchmesser.

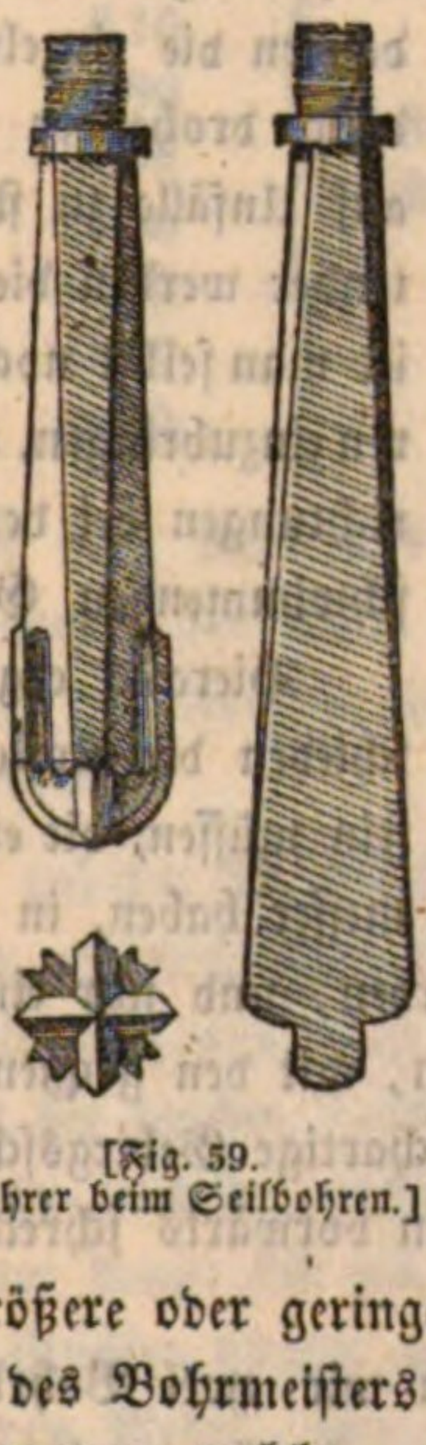
Die geneigten Bohrlöcher sind desto leichter nieder zu bringen, eine je stärkere Neigung sie haben, je mehr sie sich darum den gewöhnlich senkrechten Bohrlöchern nähern.

In Preußen und auch in Frankreich hat man mehrere Bohrlöcher nach chinesischer Art niedergebracht. Dieses Verfahren besteht in der Anwendung eines Seiles, an dem der Bohrer hängt und das mit einzelnen Leitklötzen versehen ist, um seine Abnutzung an den Bohrlochwänden zu behindern. Der eigentliche Bohrer besteht zuvörderst aus einer langen Stange von 1,60 M. (Fig. 58.), die an ihrem

oberen Ende mit einem Ringe versehen ist, und an dem unteren eine Schraubenmutter hat, woran die Meißel angeschraubt werden (Fig. 59.). An der Stange sind ferner zwei gerippte Muffen angebracht, die den Bohrer in der senkrechten Richtung erhalten sollen. Die Stange kann etwa 100 bis 150 Kilom. wiegen. Nachdem man sie durch Stoß eine Zeit lang hat wirken lassen, die dem Härtegrad des Gesteines entspricht, so löffelt man das Loch durch einen Löffel mit Ventil (Fig. 60), der wie der Bohrer an dem Seil herabgelassen wird, und durch auf- und niedergehende Bewegung das Gebirge aufnimmt.

[Fig. 58. Bohrstange zum Seilbohren.]

Das Seilbohren wurde noch nirgends mit Ausdauer versucht; es bietet eine Menge von Uebelständen dar, die namentlich in dem Zerreißen des Seiles, in dem Falle eines Gesteinstückes auf den Bohrer, in der möglich schiefen Richtung des Bohrloches in ungleichartigem Terrain, und folglich in der Schwierigkeit derartige Löcher mit Röhren auszusetzen, in der Unmöglichkeit endlich das schwimmende Gebirge zu durchfahren, bestehen. Diese Methode empfiehlt sich nur durch größere Billigkeit, was indeß ein sehr geringer Vortheil im Vergleich zu dem ungewissen Resultat der Arbeit ist.



[Fig. 59. Bohrer beim Seilbohren.]

Nach dieser kurzen Beschreibung der Bohrvorrichtungen, wird man den Einfluß leicht ermessen können, den die größere oder geringere Tüchtigkeit der Gezähstücke und die Geschicklichkeit des Bohrmeisters auf den Erfolg des Betriebes haben. Die Verbesserungen, welche man an den Gezähen angebracht hat, gestatten nach Willkühr, das Gewicht derselben zu vermindern und erleichtern so das Niederbringen der Bohrlöcher von 4—500 Meter, bis zu welchen Teufen man sonst keine Bohrlöcher durch Stoß abzuteufen im Stande war. Durch Verminderung der Wahrscheinlichkeit von Gestängebrüchen gewann man an Zeit und Geld, und gab den Bohr-

arbeiten eine größere Bestimmtheit, die sie früher nicht gehabt hatten. Zu den neueren Verbesserungen muß man auch jedenfalls den Vorlegehaspel des Herrn Degoussée rechnen, der bei Weitem wirksamer als der Schwengel ist. Ein Bohrloch von 400 Meter Teufe und darüber verlangt 10 Arbeiter, von denen 8 allein beim Haspel beschäftigt sind.

[Durchschnitt.]

[Fig. 60. Löffel mit Kugelventil zum Seilbohren.]

Die Schnelligkeit, mit der ein Bohrloch niedergebracht wird, richtet sich nach dem Durchmesser des Loches und dem Härtegrade des Gesteins. Je tiefer man nieder kömmt, desto mehr häufen sich die Schwierigkeiten an, desto länger dauern die einzelnen Verrichtungen, desto drohender wird die Gefahr, auf Unfälle zu stoßen, desto bedeutender werden die Kosten. Mitunter ist man selbst noch gezwungen, Röhren einzubringen, und besondere Vorrichtungen bei dem Durchfahren des schwimmenden Gebirges zu treffen.

Hieraus ergiebt sich, wie verschieden die Kosten der Bohrlöcher sein müssen, die einen kleinen Durchmesser haben, in ganzem und gleichartigem Gestein niedergebracht werden, und nur eine Erforschung der einzelnen Gebirgsschichten bezwecken, mit den großen artesischen Brunnen verglichen, die so viele ungleichartige Gebirgsschichten durchsinken, welche alle in dem Maße, als man vorwärts schreitet, durch Röhren zurückgehalten werden müssen.

Für den ersteren Fall führen wir zwei Bohrlöcher als Beispiel an, die in dem Kohlengebirge niedergebracht wurden, welches einerseits aus abwechselnden Schichten von Sandstein und Schiefer, andererseits aus feinkörnigem Sandstein und Conglomerat bestand.

Tiefe.	1stes Bohrloch.			2tes Bohrloch.			Durchschnitt.		
	Tage.	Kosten.		Tage.	Kosten.		Tage.	Kosten.	
		Fr.	Cent.		Fr.	Cent.		Fr.	Cent.
Von 0 bis 25 M. . .	0,56	4	40	0,75	5	54	0,65	4	95
= 25 = 30 = . .	0,60	5	47	1,00	—		0,80	7	23
= 30 = 35 = . .	0,60	6	37	0,80	8	50	0,70	7	43
= 35 = 40 = . .	0,80	9	57	0,60	7	40	0,70	8	48
= 40 = 50 = . .	0,60	10	07	0,90	12	15	0,85	11	11
= 50 = 70 = . .	0,90	13	07	1,20	16	10	1,05	14	58
= 70 = 80 = . .	1,20	17	77	1,70	25	15	1,45	21	46
Durchschnitt	0,75	9	06	1,00	11	98	0,89	10	52

Diese Preise stimmen mit denen überein, welche man in England den Unternehmern von Bohrversuchen zahlt, wobei folgender Tarif zu Grund gelegt wird.

Meter.		Meter	D. laufende M.	
Von 00	bis	20	2,70	Kosten in arithmetischer Progression, d. h. Vermehrung von 2,70 pro 10 M.
= 20	=	30	5,40	
= 30	=	40	8,10	
= 40	=	50	10,80	
= 50	=	60	13,50	
= 60	=	70	16,20	
= 70	=	80	18,89	
= 80	=	90	21,60	
90	=	100	24,30	

Hierbei schließt man indeß das sehr harte Gestein nicht mit ein, für das, wenn es angetroffen wird, der Unternehmer eine Zulage bekömmt. Nach dem vorstehenden Tarife werden die Bohrlöcher bis 200 Meter niedergebracht.

Die Umstände ändern sich vollständig, und es wird sowohl an Zeit wie Geld mehr erfordert, sobald das Bohrloch einen großen Durchmesser hat, und mit nach und nach kleiner werdenden Röhren ausgesetzt wird, wie dies bei großen Teufen überhaupt erforderlich ist, oder dann als nothwendig erscheint, wenn ungleichartige Schichten durchfahren werden, unter denen sich ein schwimmendes Gebirge vorfindet. Unter solchen Verhältnissen nimmt man bis zu 33 Meter Teufe durchschnittlich 30 Fr. pro Meter, von 33—36 Meter 50 Fr. und bis 100 Meter 60 Fr. pro Meter an. Von 100—200 Meter wächst der Preis von 60—120 Fr. pro Meter, und steigt alsdann von 120—250 Fr., um bis zu 300 Meter nieder zu gehen. Die Röhren werden besonders gerechnet.

Untersucht man nun die durchschnittliche Zeit, welche zum Nieder-

bringen eines Bohrloches erforderlich ist, so ergiebt sich für die Umgegend von Paris zu einem Bohrloche von 60—70 Meter die Zeit von 2 Monat. In dem Loirethale wurden 100—120 Meter in 4 Monat abgeteuft. Die Kosten eines Bohrers werden sich sehr leicht nach dem Gewichte jedes Stückes in dem Eisenpreise berechnen lassen. In Paris wird das Kilog. des Unterstücks und der Verbindungen mit 3 Fr., der Gestänge selbst mit 1 Fr. 50 Cent. bezahlt. Die Verbindungsstücke wurden durch Herrn Degoussée in 4 Klassen oder Nummern nach der Größe der viereckigen Stangen, die 0,026 M. auf 0,050 M. haben, gebracht.

Nr.	1.	zu	400	Meter	und darüber	wiegt	22	Kil.
=	2.	=	300	=	=	=	18	=
=	3.	=	75	=	=	=	14	=
=	4.	=	50	=	=	=	10	=

Schweißt man nun die Verbindungsstücke, welche 3 Fr. pro Kilog. kosten, an die viereckigen Stangen von entsprechender Stärke, so kann man sehr leicht das Gewicht und den Preis des Bohrers bestimmen. Der kleine Bohrer (Scheidebohrer) wiegt mit seinem Zubehör ungefähr 1200 Kil.; das Gestänge hat 0,026 M. Seitenfläche, und der eigentliche Bohrer einen Durchmesser von 0,08 M. auf 0,11 M. Die großen Bohrer wiegen 1800—3000 Kilog. mit einem Gestänge von 0,05 M. Seitenfläche und einem Meißel von 0,08—0,28 M. Breite. Das Bohrgerüst kostet für die kleinen Bohrer mit 4 Meter langen Gestängen 300—600 Fr.; für die großen Bohrer mit 8 Meter langen Gestängen 12—1600 Fr.

Aufsuchung der unterirdischen Quellen. Artesische Brunnen.

Der Hauptzweck der Bohrarbeiten besteht in dem Aufsuchen der unterirdischen Quellen. Die Beurtheilung der Verhältnisse, unter denen dieselben mit mehr oder weniger günstigem Erfolge in Angriff genommen werden können, hängt mit einem richtigen Verständniß der geognostischen Beschaffenheit einer Gegend zusammen, gehört deshalb gänzlich zu dem Ressort der Bergwerks-Ingenieure, und bildet eine der interessantesten Anwendungen der geognostischen Wissenschaften. Die meisten hydrographischen Bassins sind durch geognostische Umrisse bestimmt, ebenso wie man in den meisten Fällen ein und dieselbe Form der Oberfläche und der Beschaffenheit des Innern der Erdrinde vorfindet.

Studirt man z. B. das große ellipsoidische tertiäre Bassin, auf

dem Paris und London stehen, so sieht man, wie alle Wasser zu Flüssen nach dem niedrigsten Punkte dieses Bassins laufen, einerseits von dem Jurazügen der Champagne und Bourgogne herab kommen, andererseits von ähnlichen Höhen, die nordwestlich das Londoner Bassin begränzen, hinabfließen und auf ihrem Laufe die hinter einander folgenden ausgehenden Schichten des Kreide- und tertiären Gebirges durchbrechen. Dieses Bassin scheint sich in der That nach der Bildung des Jura geformt zu haben, und wurde das Centraldepot der Kreide und tertiären Niederschläge, die sich in concentrischen Schichten an den Jura anlegten, und an der Oberfläche sowohl, wie unmittelbar über dem Jura nach der Mitte zu einfallen.

Wenn man also zur geognostischen Untersuchung dieses Bassins längs den Flüssen hinauf geht, so steigt man immer mehr, je näher man der Quelle dieser Flüsse kommt, und begeht hinter einander das Ausgehende der auf einander gelagerten tertiären Schichten. Je mächtiger nun diese letztere ist, und ein je schwächeres Fallen sie besitzt, desto seltener wird man das Ausgehende derselben an der Oberfläche gewahr werden. Schichten von nicht mehr als 100 Meter Mächtigkeit können ein Ausgehendes von mehreren Kilom. Breite haben.

Nimmt man nun an, daß unter den Schichten, deren Ausgehendes man in den über dem Centralpunkte des Bassins hervorragenden Stellen wahrnimmt, abwechselnd solche Lagen vorkommen, die für das Wasser gänzlich undurchdringlich sind, und wiederum solche, die das Wasser durchlassen, so hat man darin den Schlüssel zur Erklärung der artesischen Brunnen. Die laufenden Wasser und der Regen, welche in die durchdringlichen Schichten an dem Ausgehenden fallen, können nur dann heraustreten, wenn sie einen natürlichen Ausweg finden, der ihnen gestattet, in den niedrigeren Teufen wieder zu Tage zu kommen. Stößt man nun in den letzteren eben ein Bohrloch nieder, so wird man auf künstlichem Wege den Wassern einen Ausweg verschaffen, einen Heberarm hervorbringen, der vertical und kürzer, als der lange geneigte Arm ist. So sind die Verhältnisse, unter denen alle bekannten artesischen Brunnen erbohrt wurden, und die natürlichen Quellen verhalten sich ebenso.

Das tertiäre Gebirge ist mehr als jedes andere zur Vorrichtung von artesischen Brunnen geeignet, weil es fast immer in seinen unterirdischen Lagen Sandschichten enthält, unter denen der undurchdringliche Thon ruht, und welche ferner weniger als die älteren Formationen gestört wurde, und nicht solchen Verwerfungen ausgesetzt waren, durch welches die Regelmäßigkeit der unterirdischen Wasserzuflüsse ge-

wöhnlich verändert wird. Unter den Niederschlagsgebirgen bilden sie endlich die kleinsten Bassins. Die Wasser cirkuliren in ihnen deshalb auf einem kleineren Raume, und können durch weniger tiefe und kostbare Bohrlöcher leichter erreicht werden.

Will man also einen artesischen Brunnen niederbringen, so muß man zuvörderst die geognostische Beschaffenheit der Gegend untersuchen und das Vorhandensein von abwechselnd durchdringlich und undurchdringlichen Schichten, die an einer höheren Stelle als die Mündung des Bohrloches ausgehen, nachweisen. Die durchdringlichen Schichten bestehen in der Regel in den Sandlagern, die besonders in den untersten Bildungen geognóstischer Formationen vorkommen. An sich undurchdringliche Schichten, wie z. B. der Kalk, spielen öfters die Rolle von durchdringlichen, und erlangen diese Eigenschaft durch eine Menge von Spalten und Klüften, mit denen sie durchzogen sind. Das findet namentlich in dem Kreidekalke statt. Die große Wassermasse, welche in diesem Kalke vorkömmt, wurde schon seit undenklichen Zeiten in Artois gewonnen, und daher heißen diese Brunnen artesische Brunnen. In dem Departement du Nord, wo man genöthigt ist, das Kreidegebirge zu durchteufen, um auf das Kohlenterrain zu kommen, bezeichnet man mit dem Namen Niveaux die unterirdischen Seen, welche man dort antrifft; die Bergleute meinen, dies wären Quellen, die aus dem Grunde kommen, weil sie in der That, sobald man sie anfährt, mit ungeheurer Gewalt hervorstürzen und in dem Schachte mit großer Geschwindigkeit in die Höhe steigen.

Das Pariser Becken ist mehr als jedes andere geeignet, zahlreiche Beispiele von den verschiedenen Verhältnissen zu geben, unter denen die Erbohrung eines artesischen Brunnens stattfinden kann, Verhältnisse, deren sorgfältige Erforschung in allen Gebirgen und unter allen Umständen, die Wahrscheinlichkeit eines glücklichen Erfolges ermessen lassen wird.

Die Kreide und die tertiären Schichten dieses Bassins sind wie bereits gesagt, in einem Jurabecken abgelagert, das aus mächtigen Thon- und Kalkschichten besteht, und mehr als jedes andere die Wasser auf seiner Oberfläche läßt. Das Kreidegebirge umgiebt in concentrischen Schichten die tertiären Lager, und hat als unterstes Glied chloritische Sandschichten, die den Wassern den Durchgang lassen. Diese Sandschichten liegen also auf dem Jura und unter 4—500 Meter mächtigen Kalk- und Mergellagen; sie zeigen deshalb zur Erbohrung eines artesischen Brunnens das günstigste Verhalten. Das wurde von den Herren Arago und Elie de Beaumont auch wohl ins Auge ge-

faßt, als die Erbohrung eines artesischen Brunnens zu Grenelle unternommen ward. Man durchteufte das tertiäre Gebirge und die beiden Kreideformationen, und fuhr das Wasser bei einer Teufe von 548 Meter in dem Grün-Sand, der unter dem Gault liegt an; das Bohrloch giebt pro 24 Stunden 4000 Cub. Meter Wasser, dessen Temperatur gleich 27,05° ist.

Von wo kommt nun diese ungeheure Wassermenge, die man in den Aufsatzröhren bis 20 Meter über der Mündung steigen ließ? Die Geognosten nehmen als wahrscheinlichen Infiltrationspunkt die Umgegend von Troyes an, wo man allerdings bei Lusigny den wasserhaltigen Grünsand ausgehen sieht. Dieser Punkt liegt 130 Meter über der Meeresfläche, während das Dorf Grenelle nur 31 Meter darüber liegt. Die Wasser können sich also in diesem Sande sehr leicht vertheilen, und werden trotz eines Weges von 160 Kilom., den sie in dem geneigten Heberarme mit 3 Milimeter Fall pro Meter zurückgelegt haben, in größter Kraft hervordringen, sobald man ihnen einen Ausgang verschafft. Man wird dieser ersten Arbeit gewiß andere Versuche folgen lassen, wobei man eben nicht immer nöthig hat, so großartige Resultate erlangen zu wollen, und bemerken kann, daß man im Allgemeinen in jedem tertiären Gebirge Fontainen wird erbohren können.

Nördlich von Paris zwischen der Marne, Seine und Oise dehnt sich ein weites Plateau von fast ellipsoidischer Form aus, dessen beide große Durchmesser von Paris nach Dammartin und von Nogent fur Marne nach Beaumont gehen; in der Mitte und an den Gränzen dieses Plateaus erheben sich mehrere Gypshügel (Montmartre, Chelles-Sannois, Montmorency, Dammartin ꝛc.), die eigentlich nicht zu ihm gehören, und welche dessen Oberfläche nicht weiter verändern, da im übrigen seine geognostischen Verhältnisse sehr einfach sind. Das untere Süßwassergebilde wird durch abwechselnde Schichten von Mergeln und kieseligem Kalke repräsentirt, und herrscht fast auf der ganzen Fläche vor. Unter dieser Ablagerung findet man, je nach dem Oberflächen-Niveau, in verschiedenen Teufen, eine Schicht chloritischen Grünsand, die mitunter 20—25 Meter mächtig ist.

Man würde sich indeß irren, wenn man glauben wollte, auf allen Punkten dieses Plateaus mit gleichem Erfolge Bohrlöcher niederstoßen zu können, nicht etwa, weil die wasserhaltige Schicht sich nicht gleichmäßig unter der Süßwasserbildung ausbreitete, sondern weil der glückliche Erfolg von der größeren oder geringeren Höhe des Punktes abhängt, wo das Bohrloch nieder gebracht werden soll; denn es ist klar, daß das unterirdische Wasser nur an den Stellen hervortreten kann,

die wenigstens eben so hoch als der Punkt belegen, wo die Wasser in das Gebirge einfielen und in den meisten Fällen sich niedriger befinden müssen, um eine Fontaine hervorspringen zu lassen.

Der niedrigste Punkt des Plateaus und folglich der, wo man eines glücklichen Resultats am sichersten wäre, ist die Ebene von St. Denis, die indeß unglücklicher Weise sich bald erhebt. Die verschiedenen Stellen, wo die artesischen Brunnen von St. Ouen, St. Denis und Stains erbohrt sind, lassen das durchschnittliche Niveau dieser Ebene erkennen, welches im Ganzen nicht mehr als 10—12 Meter über der Seine ist. Das Wasser kann indeß höher steigen, und man hat dasselbe in St. Denis und Stains 6—7 Meter über die Bohrlochöffnung in Röhren, also 18—20 Meter über die Seine geführt. In Villemonble fand man die Wasser nicht weniger als 25 Meter über demselben Punkte; in Epinay existirt gleichfalls ein artesischer Brunnen. Das Bohrloch liegt 16 Meter über dem Seineufer und fast an der Gränze des Süßwasserplateaus.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß man auf dieser Ebene nur an den Stellen Fontainen erhalten wird, die höchstens 20—25 Meter über der Seine liegen, was man deshalb vor dem Beginn eines Versuches erst bestätigen müßte.

Diese Fontainen liefern nicht alle ein gleiches Wasserquantum. Die einen geben 100, die anderen 300 Cub. Meter pro 24 Stunden, obgleich sie mitunter ganz nahe bei einander liegen. Man muß diesen Unterschied der Art und Weise zuschreiben, mit der das Bohrloch niedergebracht worden. Mitunter mag man dasselbe nicht ordentlich mit Röhren bekleidet haben, wodurch ein Theil der Wasser verloren ging, und in die durchteuften Schichten einfiel, bisweilen auch stellte man den Betrieb des Bohrloches zu frühe ein, und war vielleicht nur bis zur oberen Hälfte der Sandschicht vorgedrungen, deren sämmtliche Wasser mithin in ungleich schwächerer Kraft dem Bohrloche zuströmten.

Eine der Hauptbedingungen bei der Anlage der artesischen Brunnen scheint also die zu sein, daß man dieselben nicht zu hoch über dem gewöhnlichen Wasserspiegel der Gegend anlegt. Hieraus geht hervor, wie die großen Thäler zu der Aufsuchung von artesischen Wassern am geeignetsten sind. So treten in dem Marnethale dieselben Verhältnisse wie in dem Seinethale auf. Herr Degoussée hat hier eine große Anzahl von Bohrlöchern niedergestoßen, und das Verhalten der unterirdischen Wasser, von der Marnemündung bis jenseit Maux nachgewiesen. Die Fontainen von Alfort, Vayre bei Lagny, Claye und Maux werden alle durch Wasser genährt, die in den Sand- und Braun-

kohlenschichten des plastischen Thones cirkuliren. Man erreichte diese Schichten in verschiedenen Teufen, bei 40—90 Meter und das gewonnene Wasserquantum beträgt etwa 200 Cub. Meter pro 24 Stunden.

In dem Oisethale zeigte sich dasselbe Verhalten aber in den untersten Bildungen des tertiären Gebirges und die artesischen Brunnen von Tracy le Mont bei Compiègne von Mouster bei Clermont erhalten ihr Wasser ebenfalls von den Ansammlungen in dem Sande des plastischen Thones.

In dem kleinen Becken von Enghien befindet sich eine große Menge dieser Brunnen, das Becken ist von allen Seiten von Hügelreihen umschlossen, die Tagewasser fließen in der Mitte zusammen, und bilden den See von St. Gratien. Was hier auf der Oberfläche vorgeht, findet ebenso auch unter derselben statt. Die Wasser dringen an den Rändern des Bassins durch den oberen Sand der Gypsformation bis zu dem tiefsten Punkte, was man erkennt, wenn man an dem Seeufer ein Bohrloch abteuft und bei einer Teufe von 12—18 Meter Wasser antrifft, die mit einer gewissen Geschwindigkeit 0,30—0,50 M. über den Seespiegel hervorspringen und so einen artesischen Brunnen in dem kleinsten Maßstabe zeigen.

London liegt wie Paris in einem tertiären Becken; das einschließende Kreidegebirge hat gegen Norden sein Ausgehendes in ungleich bedeutenderer Höhe. Das Wesen der artesischen Brunnen mußte hier wie dort wohl dasselbe bleiben, obgleich das Vorkommen der Wasser in beiden Gegenden nicht dasselbe ist. Der Londoner Thon, der dem Pariser Grobkalk entspricht, ist zu gleichartig und die Wasser finden sich in den abwechselnd sandig und thonigen Schichten, der Lager, die dem Pariser plastischen Thon gleichzustellen sind. In dieser Formation wurden die meisten artesischen Brunnen erbohrt, von denen sich die hauptsächlichsten süd-westlich von der Stadt finden, und zu denen die von Hammersmith, Tooting, Merton, Fulham, Kingston, Cheswik ꝛc. gehören, die eine Tiefe von 80—100 Meter haben.

Eins der ältesten und interessantesten Beispiele des Vorkommens unterirdischer Wasser bietet die Umgegend der Stadt Modena dar. Das tertiäre Gebirge dieser Stadt liegt zwischen den Flüssen Panaro und Secchia und schließt eine Menge unterirdischer Wasser ein, die überall den Unregelmäßigkeiten der Oberfläche folgen. An den niedrigen Stellen der Stadt, z. B. auf der nördlichen Seite und längs der Straße Emilia bilden diese Wasser Springquellen; an den höher gelegenen Orten bleiben sie etwas unter der Oberfläche. Man führt diese Wasser durch Röhrenleitungen alle in einen Kanal, der durch sie

genährt wird und eine schiffbare Verbindung zwischen Modena und dem Panaroflusse, also mit dem Po, in den er ausmündet, herstellt. Es sind dort eine Menge von Brunnen niedergebracht. Fast jedes Haus besitzt einen. Zu der Zeit, wo Ramazzini (1681) schrieb, ergab sich aus dieser Menge ein Aermerwerden der Zuflüsse und selbst ein völliges Ausbleiben der Wasser auf der Oberfläche in den höher belegenen Bohrlöchern. Der unterirdische See wurde auf 6—7000 Meter Weite und auf 4000 Meter Ausdehnung von Nord-Süd erkannt; man erbohrte ihn bei 20—25 Meter Teufe und durchsetzte hierbei nur die jüngsten Bildungen, die aus abwechselnden Schichten von Dammerde und Thonmergel bestehen.

Viele andere tertiäre Becken sind zu der Anlage von artesischen Brunnen noch günstig. Man bestätigte das Vorhandensein unterirdischer Wasser in dem Becken des Allier, in dem von Marseille und Bordeaux. Diese Wasser treten an mehreren Punkten über Tage oder nähern sich wenigstens der Erdoberfläche ganz ungemein, um so durch artesische Brunnen sehr leicht gewonnen werden zu können.

Die secundären Gebirge sind gleich den tertiären Formationen, wenn auch nach größerem Maßstabe in Becken abgelagert. Das oben angeführte Beispiel des Greneller Brunnens zeigt, wie man in diesem Terrain ebenso, wie in der tertiären Formation mit dem größten Erfolge Springquellen erbohren kann. In dem unteren Grünsande der Kreide erbohrte man bei Tour mehrere unterirdische Wasserströme von denen der letztere weit über die Erdoberfläche sprang; Herr Degoussée hat in dieser Gegend eine große Anzahl artesischer Brunnen nieder gebracht, die sich durch die Menge und Reinheit ihrer Wasser auszeichnen. Diese Wasser wurden auch bei Rouen in dem Sande angetroffen, und dieses ungeheure Reservoir ist jetzt um so bedeutsamer, als man in Städten wie Paris, Tour und Rouen mehr als je so herrliche Quellen zum gewerblichen, wie häuslichen Gebrauche aufzusuchen sich bemühte.

Allemal, wenn die Sandschichten zu Tage gehen, (sei es nun, daß dies durch eine Hebung oder durch eine Senkung der überlagerten Schichten hervorgerufen wurde) ist es wahrscheinlich, daß die eingeschlossenen Wasser zu Tage treten werden. Das geschieht namentlich in der Umgegend von Bray. Hier treten nämlich die Grünsand- und Juraschichten in Folge einer Erhebung, welche die überlagerte Kreide zertrümmerte, zu Tage. Der wasserführende Sand geht in der Umgegend von Forges aus und mit ihm treten eine Menge reicher Quellen, wie die von Andelle, Epte und Arque auf.

Das 500 Meter mächtige Kreidegebirge enthält außer den regelmäßigen Wasserzuflüssen seiner unteren Hälfte noch andere Wasser, die in dem zerklüfteten Kalke cirkuliren. Dahin gehören die unzähligen Brunnen von Artois, unter denen man besonders die von Lille bemerkt, von denen einer, wie man sagt, schon 1126 erbohrt wurde. Zwischen Béthune und Aire liegt der tiefste Brunnen des Pas de Calais, dessen Wasser aus einer Tiefe von 145 Meter kommt. Man führt ferner noch in dieser Gegend 4 artesische Quellen an, zu denen die von Gonnehan bei Béthune gehört, deren Wasser eine Mühle betreibt, ferner die Fontainen von Ardres, Choques, Annezin, Aire, Merville, Blingelle, Béthune, Marchiennes, Sommaing, St. Amand ꝛc. Die Bohrbrunnen von Abbeville, Courtalin (Seine et Oise), St. Quentin in dem Thale von Authie und von Noyelles-sur-Mer kommen gleichfalls aus dem zerklüfteten Kreidegebirge, das von dem undurchdringlichen tertiären Terrain überlagert wird. Wenn auch diese letzteren Brunnen meistentheils in tiefen Thälern angesetzt sind, die von hohen und weiten Ebenen beherrscht werden, so haben sie dennoch nicht viel Wasser und springen nicht hoch.

Die Quellen von Abbeville und Noyelle-sur-Mer sind dem Einflusse von Ebbe und Fluth ausgesetzt und steigen oder fallen je nach dem das Meer hoch oder niedrig steht. Der Brunnen von Noyelle steht bei der Ebbe gewöhnlich 2 Meter unter der Erdoberfläche und steigt fast bis zu der Höhe derselben während der Fluth, wo es durch ein Ventil verhindert wird, daß das Wasser in das Bohrloch zurücktritt, und deshalb in dem Becken bei eintretender Ebbe über Tage bleibt.

Wenn auch die artesischen Brunnen unter der Kreide seltener erbohrt werden dürften, so könnten wir dennoch aus den Gegenden viele Beispiele anführen, wo die tiefen Lagerstätten nicht gestört sind und abwechselnde Schichten zeigen. Der Trias ist namentlich in dieser Beziehung merkwürdig; man findet z. B. in dem das Steinsalz überlagernden Keuper zu verschiedenenmalen Niveaus oder unterirdische Seen, die denen in der Kreide ähnlich sind. Namentlich aber wurde dies in der Umgegend von Nancy bewiesen, wo mehrere artesische Brunnen in dem Keuper mit einer durchschnittlichen Tiefe von 70 Met. niedergebracht wurden und sehr gute Resultate liefern.

In derselben Formation wurden die meisten artesischen Brunnen in Derbyshire erbohrt, die aus 25—30 Meter Teufe springen, was sich übrigens nach der Beschaffenheit der Gegend richtet und mitunter über 80 Meter beträgt. Wenn man unter der ersten rothen Mergelbank kein Wasser findet, so durchfährt man eine zweite, dritte u. s. w.;

genährt wird und eine schiffbare Verbindung zwischen Modena und dem Panaroflusse, also mit dem Po, in den er ausmündet, herstellt. Es sind dort eine Menge von Brunnen niedergebracht. Fast jedes Haus besitzt einen. Zu der Zeit, wo Ramazzini (1681) schrieb, ergab sich aus dieser Menge ein Aermerwerden der Zuflüsse und selbst ein völliges Ausbleiben der Wasser auf der Oberfläche in den höher belegenen Bohrlöchern. Der unterirdische See wurde auf 6—7000 Meter Weite und auf 4000 Meter Ausdehnung von Nord-Süd erkannt; man erbohrte ihn bei 20—25 Meter Teufe und durchsetzte hierbei nur die jüngsten Bildungen, die aus abwechselnden Schichten von Dammerde und Thonmergel bestehen.

Viele andere tertiäre Becken sind zu der Anlage von artesischen Brunnen noch günstig. Man bestätigte das Vorhandensein unterirdischer Wasser in dem Becken des Allier, in dem von Marseille und Bordeaux. Diese Wasser treten an mehreren Punkten über Tage oder nähern sich wenigstens der Erdoberfläche ganz ungemein, um so durch artesische Brunnen sehr leicht gewonnen werden zu können.

Die secundären Gebirge sind gleich den tertiären Formationen, wenn auch nach größerem Maßstabe in Becken abgelagert. Das oben angeführte Beispiel des Greneller Brunnens zeigt, wie man in diesem Terrain ebenso, wie in der tertiären Formation mit dem größten Erfolge Springquellen erbohren kann. In dem unteren Grünsande der Kreide erbohrte man bei Tour mehrere unterirdische Wasserströme von denen der letztere weit über die Erdoberfläche sprang; Herr Degoussée hat in dieser Gegend eine große Anzahl artesischer Brunnen nieder gebracht, die sich durch die Menge und Reinheit ihrer Wasser auszeichnen. Diese Wasser wurden auch bei Rouen in dem Sande angetroffen, und dieses ungeheure Reservoir ist jetzt um so bedeutsamer, als man in Städten wie Paris, Tour und Rouen mehr als je so herrliche Quellen zum gewerblichen, wie häuslichen Gebrauche aufzusuchen sich bemühte.

Allemal, wenn die Sandschichten zu Tage gehen, (sei es nun, daß dies durch eine Hebung oder durch eine Senkung der überlagerten Schichten hervorgerufen wurde) ist es wahrscheinlich, daß die eingeschlossenen Wasser zu Tage treten werden. Das geschieht namentlich in der Umgegend von Bray. Hier treten nämlich die Grünsand- und Juraschichten in Folge einer Erhebung, welche die überlagerte Kreide zertrümmerte, zu Tage. Der wasserführende Sand geht in der Umgegend von Forges aus und mit ihm treten eine Menge reicher Quellen, wie die von Andelle, Epte und Arque auf.

Das 500 Meter mächtige Kreidegebirge enthält außer den regelmäßigen Wasserzuflüssen seiner unteren Hälfte noch andere Wasser, die in dem zerklüfteten Kalke cirkuliren. Dahin gehören die unzähligen Brunnen von Artois, unter denen man besonders die von Lille bemerkt, von denen einer, wie man sagt, schon 1126 erbohrt wurde. Zwischen Béthune und Aire liegt der tiefste Brunnen des Pas de Calais, dessen Wasser aus einer Tiefe von 145 Meter kommt. Man führt ferner noch in dieser Gegend 4 artesische Quellen an, zu denen die von Gonnehan bei Béthune gehört, deren Wasser eine Mühle betreibt, ferner die Fontainen von Ardres, Choques, Annezin, Aire, Merville, Blingelle, Béthune, Marchiennes, Sommaing, St. Amand ꝛc. Die Bohrbrunnen von Abbeville, Courtalin (Seine et Oise), St. Quentin in dem Thale von Authie und von Noyelles-sur-Mer kommen gleichfalls aus dem zerklüfteten Kreidegebirge, das von dem undurchdringlichen tertiären Terrain überlagert wird. Wenn auch diese letzteren Brunnen meistentheils in tiefen Thälern angesetzt sind, die von hohen und weiten Ebenen beherrscht werden, so haben sie dennoch nicht viel Wasser und springen nicht hoch.

Die Quellen von Abbeville und Noyelle-sur-Mer sind dem Einflusse von Ebbe und Fluth ausgesetzt und steigen oder fallen je nach dem das Meer hoch oder niedrig steht. Der Brunnen von Noyelle steht bei der Ebbe gewöhnlich 2 Meter unter der Erdoberfläche und steigt fast bis zu der Höhe derselben während der Fluth, wo es durch ein Ventil verhindert wird, daß das Wasser in das Bohrloch zurücktritt, und deshalb in dem Becken bei eintretender Ebbe über Tage bleibt.

Wenn auch die artesischen Brunnen unter der Kreide seltener erbohrt werden dürften, so könnten wir dennoch aus den Gegenden viele Beispiele anführen, wo die tiefen Lagerstätten nicht gestört sind und abwechselnde Schichten zeigen. Der Trias ist namentlich in dieser Beziehung merkwürdig; man findet z. B. in dem das Steinsalz überlagernden Keuper zu verschiedenenmalen Niveaus oder unterirdische Seen, die denen in der Kreide ähnlich sind. Namentlich aber wurde dies in der Umgegend von Nancy bewiesen, wo mehrere artesische Brunnen in dem Keuper mit einer durchschnittlichen Tiefe von 70 Met. niedergebracht wurden und sehr gute Resultate liefern.

In derselben Formation wurden die meisten artesischen Brunnen in Derbyshire erbohrt, die aus 25—30 Meter Teufe springen, was sich übrigens nach der Beschaffenheit der Gegend richtet und mitunter über 80 Meter beträgt. Wenn man unter der ersten rothen Mergelbank kein Wasser findet, so durchfährt man eine zweite, dritte u. s. w.;

das Wasser steigt um so höher und tritt um so reichlicher hervor, als das Bohrloch tiefer und der Ausgangspunkt der Wasser höher ist. Bei Inslid in der Nähe von Preston in Lancashire ist man überzeugt, beim Durchbohren des Keupers in einer gewissen Teufe Wasser zu erhalten, die über die Erdoberfläche hinauf dringen.

Dieser kurze Ueberblick der Verhältnisse der hauptsächlichsten Bassins, die sich zur Anlage der artesischen Brunnen eignen, wird zur Beurtheilung derselben genügen.

Das Uebergangsgebirge, der Granit und alle massigen Gesteine befinden sich offenbar unter den ungünstigsten Umständen, da die unterirdischen Wasser in ihnen nur den zufälligen Spalten folgen können, deren Zusammenhang keinem geologischen Gesetze unterworfen ist, ebenso wenig Wahrscheinlichkeit für einen glücklichen Erfolg hat man in dem sehr gestörten Niederschlagsgebirge und in den hoch gelegenen Gegenden über die hinweg kein Ausgehendes tieferer Lagerstätten emporragt. Die geschichteten Becken bieten allein die reellsten Hoffnungen dar.

Bei Anlage von absorbirenden Brunnen, d. h. bei Aufsuchung von durchdringlichen Schichten, in die man das Wasser der Bodenfläche hineinleiten könnte, was offenbar das Entgegengesetzte von artesischen Brunnen ist, können dieselben Mittheilungen als Führer dienen.

So sieht man, wie die geognostische Untersuchung einer Gegend, d. h. die Erforschung ihrer Zusammensetzung und Structur zu den verschiedenartigsten und nützlichsten Anwendungen führen kann. Es ist allerdings wahr, daß die Geognosie bei Auffuchung der unterirdischen Wasser ebenso wie bei den rein bergmännischen Untersuchungen nur die Wahrscheinlichkeit des glücklichen oder unglücklichen Erfolges zeigen kann. Aber ist durch solche Angabe nicht schon für den einzuschlagenden Gang viel gewonnen und eine Garantie gegen jedes zweckwidrige Verfahren gegeben?

Achtes Capitel.

Grubenbaue.

Tagebaue.

Von allen Grubenbauen ist der Tagebau mit den wenigsten Kosten verknüpft; die Massen sind leichter und in einem größeren Maßstabe zu gewinnen, welches deshalb schneller und billiger geschehen kann. Offenbar muß diese Methode bei dem Abbau aller der Lagerstätten in Anwendung kommen, die nicht weit unter Tage liegen und sie kann selbst bei horizontalen Lagern gebraucht werden, wo der Abraum nicht mehr als 10 bis 20 Meter beträgt. Der Tagebau ist aber besonders dann vortheilhaft, wenn das über der zu gewinnenden Lagerstätte liegende Gebirge aus aufgeschwemmten Geröllen, Sand ꝛc. besteht, welche Massen um vieles leichter und billiger ganz fortgenommen, als unterstützt werden können.

Durch Tagebaue gewinnt man zuvörderst die rolligen Massen, wie den Sand und zersetzte Felsarten, die an der Oberfläche liegen, und welche man abräumen muß; ferner die allubialen Erzanschwemmungen, wie die Gold-, Zinnseifen und den Edelstein führenden Sand; endlich, besonders in Frankreich, die Allubialeisenerze, welche sich gewöhnlich als Körner in rolligem Gebirge vorfinden. Man erhält indeß durch Tagebaue auch feste Gesteinsmassen, die bei Bauten ihre Anwendung finden, wozu der Gyps, Kalkstein, Marmor, Granit und Dachschiefer gerechnet werden, und wohin man auch den Mühlstein zählen könnte. Endlich werden in gewissen Fällen mächtige Lagerstätten nutzbarer Mineralien, die nicht weit unter Tage liegen, durch dieselbe Methode gleichfalls abgebaut. Daß die an der Oberfläche liegenden Torf- und

Braunkohlenlager natürlich ebenfalls durch Tagebau genommen werden, brauchen wir wohl nicht erst hinzuzufügen.

Gewisse Regeln müssen bei Führung von Tagebauten als leitend aufgestellt werden; sie darf man nicht außer Acht lassen, wenn man sich von seinen Bemühungen ein glückliches Resultat versprechen will. 1) Darf man einen Tagebau nur strossenweise treiben, um die zu gewinnenden Massen auf zwei Seiten bloß zu legen; 2) ist die Anlage von Förderwegen, auf denen die Massen aus dem Bruche geschafft werden können, erforderlich; ist der Bruch zu tief, so werden Förderhaspel vorgerichtet; die Massen müssen in dem Bruche selbst ausgeklaubt werden, um das Förderquantum nicht unnütz zu vergrößern; 3) endlich ist es nöthig, die Wasser entweder durch Stolle, Röschen, absorbirende Schächte oder Strecken fortzuschaffen, oder durch Maschinen dieselben aus einem Sumpfe, in dem sie sich ansammeln, in die Höhe zu heben.

Die Gewinnung der rolligen Massen besteht 1) in dem Abräumen und der Aufladung, 2) in der Förderung, 3) in der Abladung.

In den Pingen richtet sich die Anzahl der zu betreibenden Angriffspunkte nach dem zu gewinnenden Quantum und der Zeit, die hierbei zu Gebote steht. Da dergleichen Arbeiten aber in der Regel einen energischen Angriff verlangen, so richtet man die Pingenbaue gleich von vorn herein in Strossen vor. Die Förderwege müssen so geführt sein, daß man nur einen Theil der Erde und zwar von den Punkten zu laden hat, von wo sie nicht selbst herabfallen können. In gut vorgerichteten Tagebauen rechnet man für die Gewinnung eines Cub. Met.

Dammerde . .	0,60 Fr.	Lette, Thon .	2 Fr.
Rolliges Gebirge	0,19 =	Festes Gestein	2,50 =

Der Transport der gewonnenen Massen geschieht mit der Kreutzkarre, der großen Förderkarre oder in Wagen auf Eisenbahnen. Durchschnittlich wiegt das lose Gebirge 1,50 Kil. und eine Kreutzkarre enthält 0,040 Cub. Met., das Gewicht einer gewöhnlichen Ladung besteht also aus 60 Kilog. Die Förderlängen auf horizontalen Flächen betragen 30 Meter und auf 0,06 pro Meter geneigten Flächen 20 Met. Die ersten Transportkosten sind pro Cub. Met.

	Für's Aufladen.	Für ein Relai von 30 Met.
Dammerde, Sand	0,60 Fr.	0,45 Fr.
Feste Erde, Letten	0,70 =	0,55 =

Man muß die großen Förderkarren anwenden, sobald die Entfernungen über 100 Meter betragen, wo die Kosten nur 50% von der

Summe ausmachen, die eine Förderung mit Kreuzkarren pro 30 Met. erfordert. Hat man auf 3—500 Meter und darüber zu fördern, so bedient man sich der Waggons auf Eisenbahnen. Es ist überhaupt immer von Nutzen, die Eisenbahnen anzuwenden, sobald der Betrieb einige Zeit lang dauern soll, wobei sich die Construction der Bahn ganz nach der Größe des Förderquantums richtet.

Höhe und Breite der Strossen werden in der Regel zu zwei Met. angenommen.

Das Abladen der Fördermassen geschieht gewöhnlich auf einem Punkte, der niedriger belegen ist, als die Stellen, wo das rollige Gebirge gewonnen wird. Man muß hierbei berücksichtigen, daß die gewonnenen Massen einen um $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{5}$ größeren Raum einnehmen, als die anstehenden. Die losen Massen bilden einen Dossirungswinkel von 45°.

Wenn eine Metallkörner führende Schicht, die gewonnen werden soll, unter andern Lagen befindlich ist, so müssen diese erst weggeräumt werden; hat man den Abraum bis auf eine gewisse Ausdehnung vollendet, so gräbt man auf dem Sande einen Graben, der etwa 0,60 Meter breit ist und bis 0,30 Meter tief unter die metallführende Sandschicht geführt wird. Darauf werden hier die Wasser hinein geführt und zwar durch Gräben, die rechtwinklig auf dem Hauptgraben stehen, aber nur bis zur Tiefe der Sandschicht reichen. Diese Nebengräben stehen 15 bis 20 Meter von einander, und es wird in ihnen mit einer Kiste gearbeitet; die gröberen metallführenden Gerölle sondern sich ab und werden augenblicklich zum Ausklauben heraus genommen; die thonigen und leichteren Sandparthien nimmt das Wasser mit fort, um sie in dem Hauptgraben abzulagern. Die Nebengräben bleiben zum Theil mit Sand angefüllt, der ungleich reicher als früher ist. Darauf werden alle Nebengräben zugedämmt, mit Ausnahme eines einzigen, der an dem obersten Ende in den Hauptgraben mündet und nun läßt man in den letzteren viel Wasser mit möglichst großer Gewalt hineintreten, um während dessen mit der Kiste den Sand zu bearbeiten. Die leichteren Theilchen gehen fort, und der schwerere metallführende Sand bleibt in dem Hauptgraben zurück, wo der Waschproceß vollendet wird. So concentrirt man Zinnseifen, die nicht mehr als $\frac{1}{1000}$ Metall führen bis auf einen Gehalt von 60% Zinn. Der Gold führende Sand wird so weit concentrirt, daß er mit Nutzen den darauf folgenden Arbeiten, entweder einer weiteren Verwaschung oder der Amalgamation unterworfen werden kann.

In einer 6—8 monatlichen Waschcampagne gewinnt ein Arbeiter

in den böhmischen oder Cornwaller Zinnseifenwerken 5—10 metr. Ctr. Schlich, die etwa 50% Zinn enthalten.

Bei der eigentlichen Verwaschung der Seifen finden indeß noch besondere Verhältnisse statt, von denen wir in dem Capitel über die Aufbereitung der Erze sprechen werden. Die Gewinnung des Sandes selbst bietet indeß durchaus keine specielle Umstände dar.

Tagebau auf festem Gestein.

In den Steinbrüchen, d. h. in den Bauen, wo feste Felsarten gewonnen werden sollen, die bestimmte Form oder Eigenschaften haben müssen, erleidet der Abbau einige Modificationen.

Wenn es sich nur darum handelt, das Gestein überhaupt zu gewinnen, wie z. B. den Gyps, so bedarf es freilich keiner weiteren Vorsichtsmaßregeln, und man hat nur nöthig, die Strossen- und Förderwege gehörig zu halten, so wie dem Wasser Abfluß zu gewähren. Will man indeß Bruch- und große Bausteine gewinnen, so genügt dieses nicht mehr, und man hat nicht allein nöthig, den Bau im Allgemeinen gehörig vorzurichten, sondern man muß auch der eigentlichen Gesteinsgewinnung eine specielle Aufmerksamkeit widmen, indem man hier große und ganze Blöcke haben will, die eine solche Form besitzen, daß sie bei den Bauwerken mit Vortheil angewandt werden können.

Sind von dem zu gewinnenden Gestein die darüber liegenden Erdschichten abgeräumt, und wo möglich Abhänge des Gebirges bloß gelegt, so werden zuvörderst die horizontalen oder vertikalen Gesteinsspalten benutzt, um den Bruchstein mit Hilfe von Brecheisen, Fimmeln und Treibfäusteln zu gewinnen. Hat man in der Art das feste Gestein erreicht, woraus große behauene Steine gewonnen werden können, dann macht man mit der Keilhaue Schlitze und bewirkt so, daß der Block nur auf einer Seite mit dem übrigen Gestein zusammenhängt, von der er durch Keile oder durch neben einander gestellte Bohrlöcher getrennt wird. Die Schlitze sind um so breiter, je tiefer sie werden sollen. Eine Breite von 0,35 Meter ist erforderlich, um einem Arbeiter den Durchgang zu verschaffen.

Eine derartige Gesteinsgewinnung nennt man das Abschlitzen oder Abgerinnen und auf diese Weise werden alle großen Bausteine gewonnen. Auf ganz dieselbe Art gewannen die Alten ihre gewaltigen Quadersteine, die sie zu den Bauten anwandten und die großen Monolithe, womit sie dieselben zierten. Ebenso werden die Marmor-, Granitblöcke ꝛc., welche zu Bau- und Kunstwerken benutzt werden, erhalten.

In mildem Gestein, wie z. B. in dem Grobkalke lassen sich die Schlitze sehr leicht mit der Keilhaue machen; der erste Schlitz wird unten getrieben, den man also als Schram (souschèvement) betrachten könnte. Ist der Schram sehr tief, dann muß der darüber hangende Block durch Spreitzen getragen werden, um den darunter liegenden Arbeiter vor einem Unglücke zu bewahren; nach Anfertigung desselben richtet man die Seitenschlitze vor und zum Loßtrennen der ganzen Masse wird endlich ein Abgerinne von 5—6 Cent. Met. Breite und 10—12 Cent. Met. Tiefe angebracht, in welches die Keile eingesteckt und zusammen niedergeschlagen werden. Vorher indeß bringt man statt der Spreitzen Walzen unter den Block. Bei hartem Gestein, wie dem Marmor oder Granit werden die Schlitze entweder mit dem Bergeisen oder durch kleine Bohrlöcher gemacht, und der so isolirte Block mit Keilen, bisweilen aber auch durch neben einander angebrachte Schüsse, die zu gleicher Zeit abgethan werden, vollends niedergeschlagen.

Der Mühlsteinbruch von La Ferté-sous-Jouarre liefert ein seltenes Beispiel von dem ausgezeichneten Erfolge einer zusammenwirkenden Thätigkeit. Das kieselige Gestein ist in horizontalen Bänken abgelagert. Man bringt auf demselben kreisförmige Schlitze an, und nachdem man den unteren Schram geführt hat, so werden in den Schlitz Holzkeile gebracht, die zu zwei auf einander sitzen. Die Keile sind von sehr trockenem Holz und in das Abgerinne auf das Festeste eingetrieben; dieselben umgiebt man hierauf mit Wasser, wodurch sie anquellen, und nur noch einer leichten Nachhilfe von eisernen Treibkeilen bedürfen, um den Mühlstein gänzlich los zu reißen.

In Angers haben die Thonschieferschichten ein Fallen von 70—80°; man baut hier auf Dachschiefer, und es kommen dabei ganz besondere Verhältnisse vor. Nach dem Abraume führt man einen 1 Met. breiten und 3 Meter tiefen Schlitz, und legt so die Fronten bloß; auf jeder dieser Fronten werden zwei Strossen gehauen und in dem ersten Hauptschlitze ein kleinerer Schlitz geführt; man sieht hierbei darauf, daß sich die Gräben nach einer Seite hin neigen, um so die Tagewasser leichter abführen zu können. So wird mit Bloßlegung der Strossen fortgefahren, und so ein vollständiger Strossenbau erhalten, dessen einzelne Strossen 1 Meter breit und 3 Meter hoch sind, und auf den Ablösungsflächen des Schiefers anstehen. Die Gewinnung des letzteren ist deshalb mit keinen Schwierigkeiten verknüpft und geschieht nach einmaliger Vorrichtung des ganzen Baues auf die gewöhnliche Weise durch Abschlitzen und Anwendung von Fimmeln und Brechstangen, wobei nicht nur der schiefrige Bruch des Gesteins, sondern

auch besondere Ablösungsklüfte zu Hilfe kommen, die das Gestein in der Schichtungsrichtung durchsetzen. So werden die große Schieferprismen gewonnen, die man nachher verkauft. Die Schiefertafeln selbst richtet man indeß auch zur Vermeidung unnützer Förderkosten in dem Bruche vor.

Von Jahr zu Jahr nimmt die Wichtigkeit dieses Bruches zu; auf der einen Seite kommt Strosse über Strosse zu stehen, während auf der andern Seite ein Abhang von 70° gegenüber steht, an welchem die Förderung vorgerichtet ist; die Fahrten zum Einfahren der Arbeiter befinden sich an den Strossen. In einer Tiefe von 80—90 Meter verbessert sich die Qualität des Schiefers zusehends; dennoch aber glaubt man nicht tiefer gehen zu können, weil mit zunehmender Teufe die Betriebs- oder Unterhaltungskosten in einem wachsenden Maße größer werden und eine solche Höhe erreichen, daß sie zu dem Verkaufspreise in keinem Verhältniß stehen.

Bisweilen, aber wohl nur sehr selten, wird auch die Kohle und das Steinsalz durch Tagebaue gewonnen. Die Vorrichtung der Baue richtet sich alsdann nach der Einlagerung der zu gewinnenden Massen in dem einschließenden Gebirge. Die eigentliche Gewinnung besteht aber immer darin die darüber liegenden Schichten abzuräumen und in dem Gebirge Strossen vorzurichten. Bei sehr mächtigen Stockwerken wie dem Steinsalze im Cardonner Thale, kann man diesen Bauten eine große Regelmäßigkeit geben; wir sprachen hiervon schon oben, und haben bereits in Fig. 13. eine Abbildung gegeben.

Gar viele Erze, die in Stockwerken brechen und nicht weit unter Tage liegen, werden ebenfalls durch Pingenbaue gewonnen. Hierzu gehören die unerschöpflichen Eisensteinsgruben der Insel Elba, die meisten schwedischen Gruben und die Kupfererzgruben von Fahlun. Das Aussehen dieser Gruben ist sehr verschieden und richtet sich nach der Form der Lagerstätte, ihrer Lagerung, der mehr oder weniger gleichartigen Beschaffenheit, wodurch man bisweilen einzelne Theile des Lagers zu verfolgen und andere stehen zu lassen gezwungen ist. Die Fahluner Gruben haben das Aussehen eines gewaltig langen und engen Grabens, der bis 80 Meter Teufe hat, und dessen Wände häufig vertical und selbst hervorspringend sind. Aehnliche Fördermaschinen, wie in den Schieferbrüchen von Angers, stehen in einzelner Entfernung von einander über diesen weiten Aushöhlungen. Jetzt gewinnt man das Erz durch unterirdische Baue; man kann also annehmen, daß eine Teufe von 80 Meter in gewisser Weise als äußerste Gränze für die Tiefe von Tagebauen zu betrachten ist.

Da man bei dem Tagebau eine große Masse von taubem Gestein gewinnen muß, bevor man zu der Heraufschaffung der eigentlichen Fördermassen gelangt, so muß der Vorzug der Tagebaue mit zunehmender Teufe natürlich geringer werden. Zu Arendal in Norwegen baut man z. B. auf einer Menge von kleinen Silbergängen und richtet bis zu 10 oder 15 Meter Tiefe Tagebaue vor, in denen die sämmtlichen Gänge zu gleicher Zeit angegriffen werden können; in größerer Teufe aber verläßt man die ärmeren Gänge und baut nur die reicheren durch Grubenbaue ab.

Die berühmte Eisensteingrube von Rio auf der Insel Elba steht auf einem Vorgebirge, das weit in das Meer hinein ragt. Man hat das Lager in fünf Strossen von je 10—15 Meter Höhe und 30—60 Meter Breite gebracht. Die verticalen Seiten dieser Strossen werden alsdann auf den reichsten Punkten angegriffen und von Neuem in kleine Strossen von den gewöhnlichen Dimensionen abgetheilt. Die Förderwege sind überall so vorgerichtet, daß die Transportkarren an allen Punkten passiren können.

Torfgräberei.

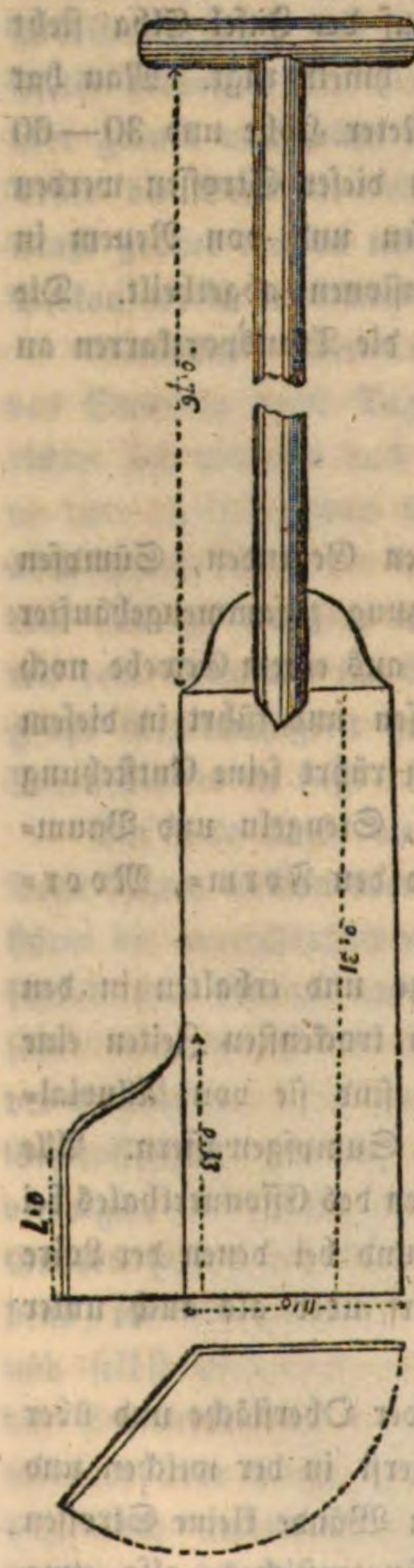
Der Torf findet sich in niedrig belegenen Gegenden, Sümpfen und einzelnen Thälern, wo er von der Zersetzung zusammengehäufter Vegetabilien herrührt. Gewöhnlich besteht er aus einem Gewebe noch erkennbarer Sumpfpflanzen, niedrigen Gewächsen und führt in diesem Falle den Namen des Stichtorfes; bisweilen rührt seine Entstehung indeß von unter einander gemengten Blättern, Stengeln und Baumstämmen her, die späterhin zersetzt wurden und den Form-, Moor- oder Baggertorf bildeten.

Die Torflager liegen fast immer zu Tage und erhalten in den Thälern bei feuchter Oberfläche, selbst in den trockensten Zeiten eine lebendige und thätige Vegetation. Bisweilen sind sie von Alluvialgebilden überdeckt, und mitunter endlich von Sumpfgewässern. Alle diese einzelnen Fälle finden sich bei den Torfstichen des Essonnerthales bei Corbeil, des Sommethales, des Aisnethales und bei denen der Loire inferieure vereinigt, wo man sowohl den Torf über als auch unter dem Wasser gewinnt.

Bei der Gewinnung des Torfes, der an der Oberfläche und über dem Niveau des Wassers liegt, zieht man zuerst in der weichen und leicht zu bearbeitenden Masse Gräben, an deren Wände kleine Strossen vorgerichtet werden, welche die Höhe eines Spatenstiches, also etwa 0,30 Meter haben; eine Stufe ist von der anderen wenigstens 1 Met.

entfernt, da ein so großer Raum erforderlich ist, damit die Torfstecher ihre Arbeit verrichten und die gewonnenen Torfstücke von prismatischer Form und 0,12—0,15 Meter Stärke den Förderleuten übergeben können, die hinter ihnen mit dem Karren folgen. Die Arbeiter, welche so hinter einander hergehen, nehmen jeder eine Reihe fort.

Der gewonnene Torf wird hierauf auf die Trockenplätze gebracht, die so luftig als möglich sein müssen, und man legt die einzelnen Stücke zuerst wie Lehmziegel zum Trocknen auf einander. Sind sie so vollständig fest geworden, dann führt man 1 Meter hohe Wände auf, die von der Luft aufs Neue gänzlich ausgetrocknet werden. Hierauf wird erst der Torf in Schuppen gebracht, um ein Zerfallen zu verhüten; würde man dieses früher thun, so könnte sich der Torf erhitzen, und trocknete man andererseits den Torf zu sehr aus, so möchten die einzelnen Stücke sehr leicht zerfallen.



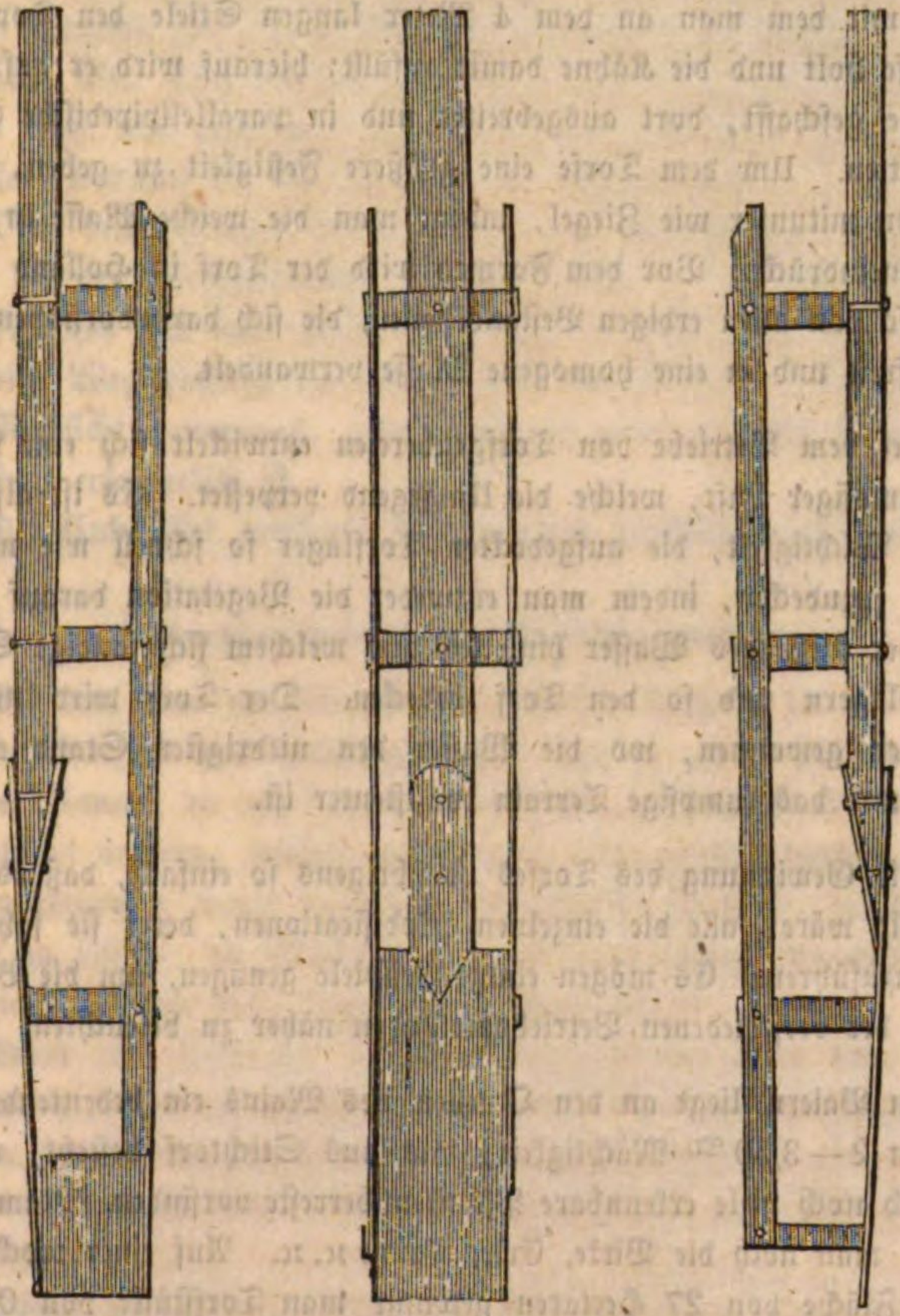
[Fig. 61. Kleiner Spaten zur Gewinnung des Baggertorfes.]

Die Gewinnung des Torfes findet unter denselben Verhältnissen statt, wenn auch das Lager mit Wasser bedeckt ist, sobald man nur diesen Wassern einen Abfluß verschaffen kann. Oefters aber ist man genöthigt, unter dem Wasser selbst zu graben, nachdem man alle mögliche Mittel angewandt hat, um durch Trockengräben, Sümpfe und Maschinen den Wasserspiegel so niedrig als möglich zu bringen.

Man wendet zur Torfgewinnung, dessen Zusammenhang sehr gering ist, nach Trockenlegung des Lagers, eine besondere Art von Spaten (louchets) an, bei denen die gewonnene Torfmasse fester aufliegt, als dies bei den gewöhnlichen Spaten der Fall sein kann. Der gewöhnliche louchet (Fig. 61.) ist ein Spaten mit einem Ansatzstücke, das mit der Spatenfläche einen Winkel bildet. In zwei Stichen kann man mit diesem Gezähstück einen Torfziegel gewinnen. Bisweilen ist an den

louchets eine Feder angebracht, wodurch das Torfstück gegen die Spatenfläche angedrückt wird.

Stehen über dem Torflager 0,50 Meter und darüber hohe Wasser, und kann man dieselben nicht ablassen, so genügen die gewöhnlichen louchets nicht mehr. Man wendet alsdann den großen louchet (Fig. 62.) an, der aus einer Schneide mit zwei rechtwinkligen Seiten-



[Fig. 62. Großer Spaten zur Gewinnung des unter Wasser stehenden Torfes.]

flügeln und einer durchbrochenen eisernen Armatur besteht, wodurch die Schneide von allen Seiten eingefaßt wird. Die Armatur ist elastisch, preßt das gewonnene Torfstück zusammen und verhindert so ein Herabfallen. Durch einen einzigen Stich kann man das Torfprisma gewinnen. Das Gezähstück selbst hat 1 Meter Länge, und ist an einem Stiele von 5—6 Meter befestigt. Zwei Leute arbeiten damit und

stoßen es bis zu einer gewissen markirten Tiefe ein, heben es alsdann in die Höhe und halten es dabei so, daß das Torfstück durchaus nicht hinabfallen kann.

Bisweilen ist der Torf so flüssig und dünn, daß man ihn nur mit Hilfe von Baggernetzen zu gewinnen vermag. Die einfachste Vorrichtung besteht in einem Netze, das um einen eisernen Ring befestigt wird, mit dem man an dem 4 Meter langen Stiele den Torf aus der Tiefe holt und die Kähne damit anfüllt; hierauf wird er auf Trokkenplätze geschafft, dort ausgebreitet und in parallelipipedische Stücke zerschnitten. Um dem Torfe eine größere Festigkeit zu geben, formt man ihn mitunter wie Ziegel, indem man die weiche Masse in Rahmen hineindrückt. Vor dem Formen wird der Torf in Holland gewaschen, so von allen erdigen Bestandtheilen, die sich darin vorfinden könnten, befreit und in eine homogene Masse verwandelt.

Bei dem Betriebe von Torfgräbereien entwickelt sich eine Menge von sumpfiger Luft, welche die Umgegend verpestet. Es ist also von großer Wichtigkeit, die aufgedeckten Torflager so schnell wie möglich wieder zuzudecken, indem man entweder die Vegetation darauf befördert oder fließendes Wasser hinleitet, aus welchem sich sandige Schichten ablagern und so den Torf bedecken. Der Torf wird nur im Sommer gewonnen, wo die Wasser den niedrigsten Stand erreicht haben und das sumpfige Terrain consistenter ist.

Die Gewinnung des Torfes ist übrigens so einfach, daß es wohl unnöthig wäre, alle die einzelnen Modificationen, derer sie fähig ist, hier anzuführen. Es mögen einige Beispiele genügen, um die Beschaffenheit der verschiedenen Betriebsmethoden näher zu beleuchten.

In Baiern liegt an den Quellen des Mains ein bedeutendes Lager von 2—3,50 M. Mächtigkeit, das aus Stichtorf besteht, und in dem sich noch viele erkennbare Pflanzenüberreste vorfinden. Namentlich erkennt man noch die Birke, Erle, Tanne ꝛc. ꝛc. Auf einer trocken gelegten Fläche von 27 Hectaren gewinnt man Torfstücke von 0,33 M. auf 0,14 M. Das Gräberlohn beträgt 0,13 Fr. pro Cub. Met., und ein Arbeiter kann pro Schicht 8 Cub. Met. graben. Der Torf verliert nach sechswöchentlichem Trocknen 0,60; der Cub. Meter anstehender Torf giebt deshalb, den Abfall mit eingerechnet, nur 0,335 C. M. Torf in parallelipipedischen Stücken. Die Kosten betragen pro Cubik Meter:

Gewinnungskosten	0,36 Fr.
Trockenkosten (Verlust)	0,23 =
Gezähe	0,02 =
Beaufsichtigung und Generalkosten	0,21 =
Summa	0,82 Fr.

Bei so niedrigen Selbstkosten mußte der Torf sehr leicht zu gewinnen und das Arbeiterlohn sehr gering sein. Bei den Torfgräbereien in den Vogesen sind die Verhältnisse bei weitem ungünstiger, da man pro Cub. Met. Torf 0,90 Fr. Gräberlohn und 0,40 Fr. Trockenkosten zahlen muß, also zusammen 1,30 Fr., die Generalkosten nicht mit inbegriffen, wodurch der Betrag auf 1,50 erhoben wird.

Diese beiden Zahlen können als die äußersten Gränzen der Selbstkosten bei der Torfgewinnung betrachtet werden. Bei all' derartigen Berechnungen hat man indeß nicht auf die Kosten, welche durch die vorherige Wegschaffung der Wasser oder den Abraum verursacht werden, Rücksicht genommen, was indeß bei einer genauen Berechnung unbedingt erforderlich ist.

Der Cub. Met. trockenen Torfes wiegt durchschnittlich 360 Kil.

Grubenbaue (unter Tage); Ausrichtungsarbeiten.

Bei dem Bau auf Gängen oder solchen Flötzen, die ein starkes Fallen haben, ist man genöthigt unter Tage zu gehen; selbst die meisten der Bauten, die auf Lagern und Stöcken zu Anfange als Tagebauten geführt wurden, müssen später unter Tage geführt werden, da es mit zunehmender Teufe natürlich auch schwieriger wird, die Pingenwände zu halten, die Massen aus tiefen Tagebauten herauszuschaffen und die Erze ohne hohe Selbstkosten zu gewinnen.

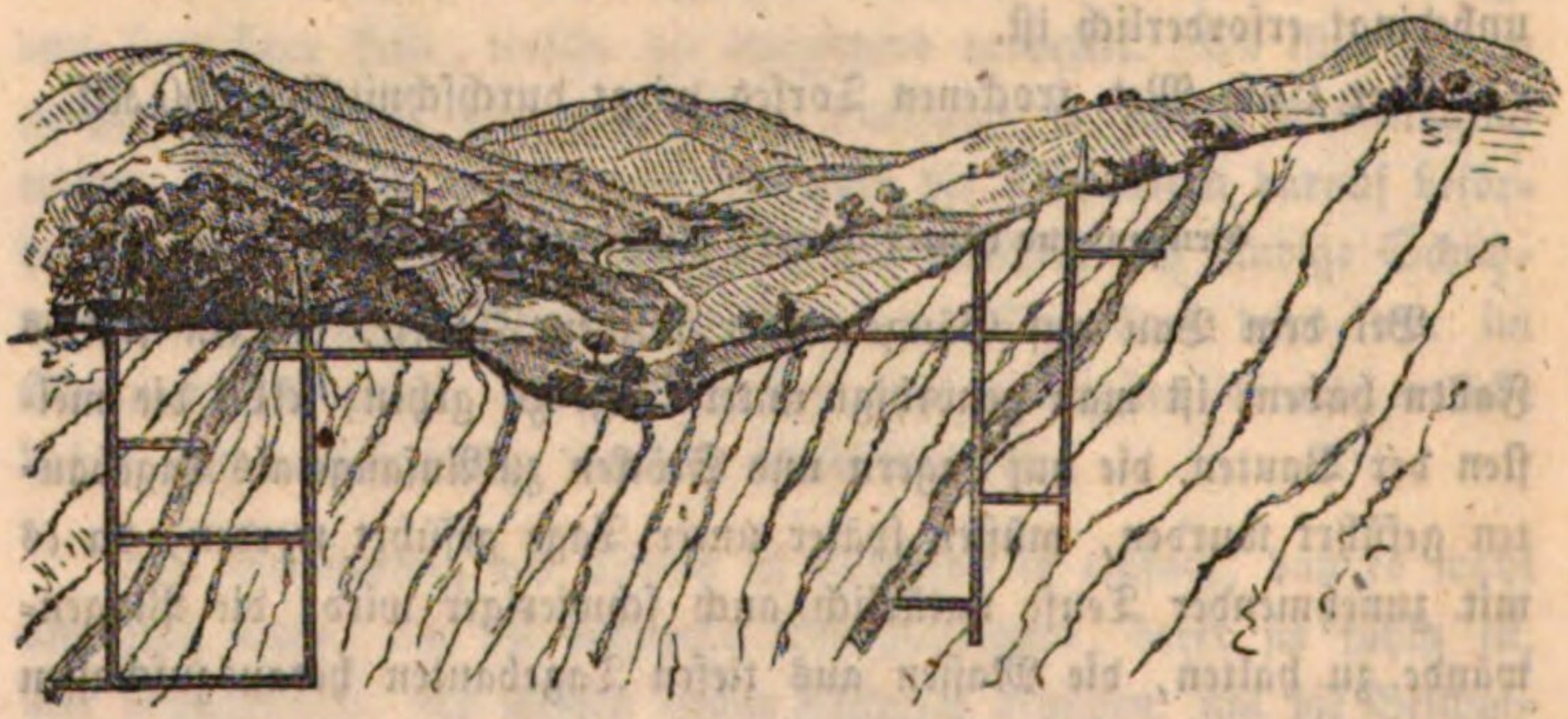
Bevor man indeß den Abbau der Lagerstätten unter Tage beginnen kann, bedarf es einiger vorbereitenden Arbeiten, die unter dem Namen der Ausrichtungsarbeiten zusammengefaßt werden, und nach welchen man erst zu der Verrichtung und dem Abbau schreiten kann.

Gänge oder Flötze werden entweder durch seigere und donlägige Schächte, oder durch Strecken ausgerichtet. Die letzteren sind entweder Grundstrecken, die dem Gange parallel laufen, oder Querschläge, die auf dem Gange senkrecht sitzen, und dienen als Wetter-, Abbau- und Förderstrecken oder als Stollen, d. h. in dem letzteren Falle als Abzugscanäle für die Grubenwasser.

Bei der Grubenausrichtung kommen einzelne Regeln in Betracht, die als Norm aufgestellt werden können; 1) man muß die Lagerstätte

(Gang, Flötz, Lager) so tief wie möglich angreifen, um die Strecken im anstehenden Gestein offen erhalten und durch dieselben ein möglichst großes Feld ausrichten zu können; 2) muß die Lagerstätte durch Strecken und Schächte abgetheilt werden, um dadurch den Gang auf mehreren Seiten anzugreifen; 3) zur besseren Beaufsichtigung und billigeren Förderung müssen die Abbauörter so zusammengedrängt wie möglich liegen, damit man gleichfalls nicht zu viel Grubenräume auf ein Mal offen zu erhalten braucht; 4) müssen die Grubenwasser entweder einen natürlichen Abfluß erhalten oder auf Punkte zusammengeführt werden, wo man sie leicht durch Maschinen heben kann.

Gewöhnlich haben die Lagerstätten ihr Ausgehendes an dem Abhange eines Thales, der mehr oder weniger starkes Fallen besitzt, und besitzen mit ihm entweder ein gleiches oder entgegengesetztes Fallen, daß indeß stets bei den Lagern viel stärker als bei den Thalabhängen ist (Fig. 63.).



[Fig. 63. Ausrichtungsarbeiten.]

Nehmen wir z. B. einen Gang an, der mit dem Thalabhange ein gleiches Fallen hat. — Jedenfalls wird man ihn durch einen über dem höchsten Wasserstande angesetzten Stollen angreifen, so sehr leicht alle darüber belegenen Theile des Ganges abbauen und die Grubenwasser während des Betriebes gewältigen können. Bisweilen muß indeß das Mundloch eines Stollens so hoch angesetzt werden, daß der durch denselben angefahrene Gang nur zu einem geringen Theile ausgerichtet wird; in solchen Fällen geht man deshalb, zumal wenn der Stollen aus großen Entfernungen getrieben werden soll und die Wasser nicht in zu großer Menge zu befürchten sind, mit einem Schachte auf den Gang nieder, und durchfährt ihn so. Endlich kann man beide Methoden mit einander verbinden, indem man zuerst einen Stollen treibt, und von diesem

mit einem Gesenke auf den Gang niedergeht. Wenn man sich durch Versuchbaue von dem Fallen und Streichen des Ganges schon überzeugt hat, so wird man sehr leicht nach der Lage der Dinge zu beurtheilen vermögen, welche Methode die anwendbarste sei.

Hat der Gang ein dem Thalabhange entgegengesetztes Fallen, so wird man durch Stollen oder Querschläge fast keine Vortheile erlangen und am besten einen Schacht in dem Hangenden des Ganges abteufen und den Gang selbst mit Querschlägen anfahren (Fig. 63.).

Dadurch wird einer der Regeln genügt, die wir oben aufstellten; dadurch bringt man möglichst viel Teufe ein, und die Ausrichtungsbaue stehen in dem Nebengestein, wo sie gegen Einstürzen am meisten gesichert sind und so lange offen erhalten werden können, als der Grubenbetrieb überhaupt dauert, ohne daß man Erzparthien stehen zu lassen nöthig hätte, was indeß erforderlich gewesen wäre, wenn man die Ausrichtung der Lagerstätte auf ihr selbst vorgenommen hätte. Aus diesem Grunde werden selbst in den mächtigen seiger fallenden Lagerstätten die Betriebsstrecken gewöhnlich mit größerem Vortheil in dem Nebengestein als in dem Lager selbst vorgerichtet.

Die geneigten Schächte, die den Namen *donlägige Schächte* führen, werden bisweilen bei dem Beginne eines Grubenbetriebes wegen der unmittelbaren Erzgewinnung den Richt- oder seigeren Schächten vorgezogen. Die Alten bauten bis zur Zeit des Mittelalters fast alle ihre Lagerstätten so ab, da man damals noch durchaus keine Vorstellung von dem Streichen und Fallen der Flötze und Gänge hatte. Heute muß man indeß dieses Verfahren nur in einzelnen speciellen Fällen anwenden, denn es bietet nicht nur den Uebelstand dar, daß Erzpfeiler stehen bleiben müssen, und so ein Theil des Erzes verloren geht, sondern die Bauten erhalten überhaupt durch einen derartigen Betrieb keinesweges jene Regelmäßigkeit, die ihnen in dem Nebengestein gegeben werden kann, wodurch natürlich bei dem späteren Betriebe die Gruben und Schachtförderkosten nebst der Wasserhaltung bei Weitem höher zu stehen kommen, mithin an jährlichen Mehrkosten bei Weitem größere Verluste erzeugen, als man durch unmittelbare Gewinnung eines geringen Erzquantums zu Anfange Vortheile gehabt hat.

Nach dem einmal erfolgten Anfahren der Lagerstätte folgen die übrigen Aus- und Vorrichtungsarbeiten, wozu vor allen Dingen der Betrieb einer Grundstrecke gehört. Man setzt diese Strecke in der möglichst größten Teufe an, giebt ihr wegen des Wasserabflusses ein Fallen von einigen Millimet. pro Met. treibt sie auf der Lagerstätte

selbst, und muß deshalb allen ihren Biegungen und Wendungen folgen.

Ist so die Lagerstätte auf einer Seite aufgeschlossen, so schreitet man zu einer Eintheilung derselben, die z. B. in den mehr oder weniger fallenden Erzgängen durch Vorrichtung von Gezeugstrecken in Entfernungen von 25—30 Met. von einander und Durchfahren von Schächten, die etwa 50 Met. von einander stehen, geschieht. Die Lagerstätte wird dadurch in parallelipipedische Erzfelder getheilt, die 25 Meter auf der einen Seite und 50 Meter auf der anderen haben und zum Abbau vorgerichtet sind.

Flötze oder Lager, die ein geringes Fallen haben, werden auf dieselbe Weise vorgerichtet, nur das man statt der Schächte Querschläge anwendet. Es ist ersichtlich, wie diese Arbeiten schon unmittelbar productiv sind, da sie auf der Lagerstätte selbst betrieben werden.

Der regelmäßige Abbau kann begonnen werden, sobald die Vor- und Ausrichtung vollendet ist. Es ist übrigens klar, daß ein Aufschließen des ganzen Ganges nicht erforderlich ist, sondern daß nach Vollendung der ersten Vorrichtungsarbeiten der Abbau schon in's Leben treten kann.

Abbau der Erzlagerstätten.

Nach der Beschaffenheit der zu gewinnenden Massen und der Form der Lagerstätten richtet sich das Verfahren, welches man bei dem Abbau befolgt. Man muß deshalb zuvörderst die Gewinnung der metallischen Substanzen oder Erze von der Kohlen- und Steinsalzgewinnung unterscheiden.

Der Erzbergbau bietet die mannigfachsten Verhältnisse dar, weil die Erze an sich so verschiedener Natur sind und auch auf vielfache Weise vorkommen, so daß sich hiernach ihre Gewinnung richten muß. Der Kohlen- und Steinsalzbergbau weicht deshalb in der That von dem Erzbaue nur in Einzelnheiten ab. Kennt man also die verschiedenen Methoden, welche bei Gewinnung der Erze in Anwendung kommen, so wird man dadurch den größten Theil aller Abbauarten überhaupt kennen gelernt haben.

Zuerst muß man die Lagerstätten in Beziehung auf Mächtgkeit und Zusammensetzung unterscheiden, denn die Abbauart wird eine andere sein, wenn das Lager mehr als 3 Meter Mächtigkeit hat, als wenn dieselbe unter 3 Meter steht; man wird ferner ein anderes Verfahren bei stark fallenden Lagerstätten als bei schwach fallenden anwenden, und endlich ein Lager, dessen Massen gebräch sind, ganz

anders abbauen, als eine feste und wenig druckhafte Lagerstätte. Daher kann die folgende Tabelle über die bei den verschiedenen Lagerstätten anzuwendenden Abbaumethoden entworfen werden.

Gänge oder Flötze unter 3 Meter Mächtigkeit.	Fallen zwischen 45—90°	Strossenbau.	
		Firstenbau.	
	Fallen unter 45—0°	Stoßbaue (Gradins couchés).	
		Strebbau.	
		Strecken- u. Pfeilerbau.	
Gänge oder Flötze über 3 Meter Mächtigkeit.	Feste Mineralmassen.	Querbau.	
		Strecken- u. Pfeilerbau.	
	Gebrächige und milde Mineralmassen.	Bruchbau.	
		Pfeilerbau mit Bergversatz.	

Abbau von Gängen oder Flötzen unter 3 Meter Mächtigkeit.

Bei dem Gangbergbau gewinnt man aus den Gangmassen und tauben Gesteinen eine Menge Berge, die in der Grube bleiben müssen. Deshalb handelt es sich nicht um die Gewinnung der Mineralmassen allein, um die Unterstützung der geöffneten Grubenräume, sondern auch um den Versatz der Berge.

Bei dem Strossenbau, der bei Lagerstätten in Anwendung kommt, die unter 3 Meter Mächtigkeit und über 45° Fallen haben, muß man sich zuvörderst den Gang aus- und vorrichten. Stellt man sich das auf vier Seiten freigemachte Erzfeld in parallelipipedische 2 Meter hohe und 4 Meter lange kleinere Felder getheilt vor, so gewinnt man dieselben nach und nach durch auf einander folgende Belegung, so daß nach einer gewissen Zeit die sämmtlichen Strossen bloßgelegt und das ganze Feld in Angriff genommen ist (Fig. 64.). Hinter jeder Strosse werden zwischen Hangendes und Liegendes Stempel geschlagen, darauf Bohlen, Latten ꝛc. gelegt, und dadurch sogenannte Kasten gebildet, auf die man die unhaltigen Berge stürzt.

Die Erze werden zuerst in der Grube ausgeklaubt, dann bis auf die untere Strosse geschafft, und von da aus nach dem Schachte gebracht.

Bei dem Firstenbau findet ein umgekehrtes Verfahren statt. Das Erzfeld wird von unten angegriffen. Die Berge ruhen alle auf einem Kastenschlage, der über der Grundstrecke liegt. Die Häuer stehen auf den Bergen oder auf kleinen Gerüsten. Bei sehr gebrächem Ge-

stein muß man Zimmerung anwenden, die mit dem Abbau vorwärts schreitet und so lange stehen bleibt, bis die leeren Räume mit Bergen ausgefüllt und das Dach unterstützt werden kann.

Der gemeinsame Vortheil beider Methoden besteht also, wie man sieht, darin, daß der Gang rein abgebaut werden kann. Bei beiden Verfahrungsarten kann man das Erz gewinnen, und findet sich der Gang nach dem Abbau mit Bergen ausgefüllt, die von einer Zimmerung getragen werden. In beiden Fällen endlich wird das Erzfeld auf zwei Seiten angegriffen. Die möglichst große Anzahl der anzulegenden Arbeiter ist gleich groß; die Aufsicht ist hier eben so leicht wie dort, und das Leben der Bergleute keiner Gefahr ausgesetzt, die Förderung einfach und ohne Schwierigkeiten.

Bei einer näheren Vergleichung der Strossen- und Firstenbaue findet man aber, daß bei den letzteren die Gesteinsgewinnung durch das dem Arbeiter zufallende Gestein erleichtert wird, und die Zimmerung ungleich weniger kostbar ist, daß indeß andererseits die erste Scheidung der Erze nur schwer geschehen kann, weil die gewonnenen Gesteinsmassen auf die Berge fallen, und bei dem Ausklauben des gewöhnlich milderen Erzes ein guter Theil hier von in der Regel verloren geht, was allerdings ein sehr wichtiger Umstand ist, der in einzelnen Fällen schon für sich allein genügt, um dem Strossenbau den Vorzug zu geben, auf dem alles Erz sorgsam bis auf die kleinsten Erztheilchen gewonnen werden kann. In den Tiefbauen endlich haben die Strossenbaue den Umstand für sich, daß man mit ihnen ein Erzfeld angreifen kann, ohne deshalb nöthig zu haben, eine untere Grundstrecke zu betreiben.

Es richtet sich also gänzlich nach der Beschaffenheit der Lagerstätte, welche Abbauart man anzuwenden habe. Man bedient sich der Firstenbaue häufiger als der Strossenbaue, und die meisten Gänge in Cornwall, Sachsen, Villefort, Pongibeaud und Poullaouen werden auf diese Weise abgebaut. Uebrigens kann man, wie dies auf dem Harze geschieht, die beiden Methoden mit einander verbinden, indem man sich der Strossenbaue für die tiefer belegenen Erzfelder bedient, während der Firstenbau für die oberen Theile des Ganges bleibt.

Bei dem Abbau eines Flötzes oder Ganges, das ein Fallen unter 45° und eine Mächtigkeit unter 3 Meter besitzt, hat man zwischen drei Methoden die Auswahl, welche Abbauarten unter dem Namen Stoßbau, Strebbau, Strecken- und Pfeilerbau bekannt sind.

Die erste unterscheidet sich von dem Firstenbau nur dadurch, daß die Häuer, statt auf Bergen oder Gerüsten zu stehen, auf dem Liegenden

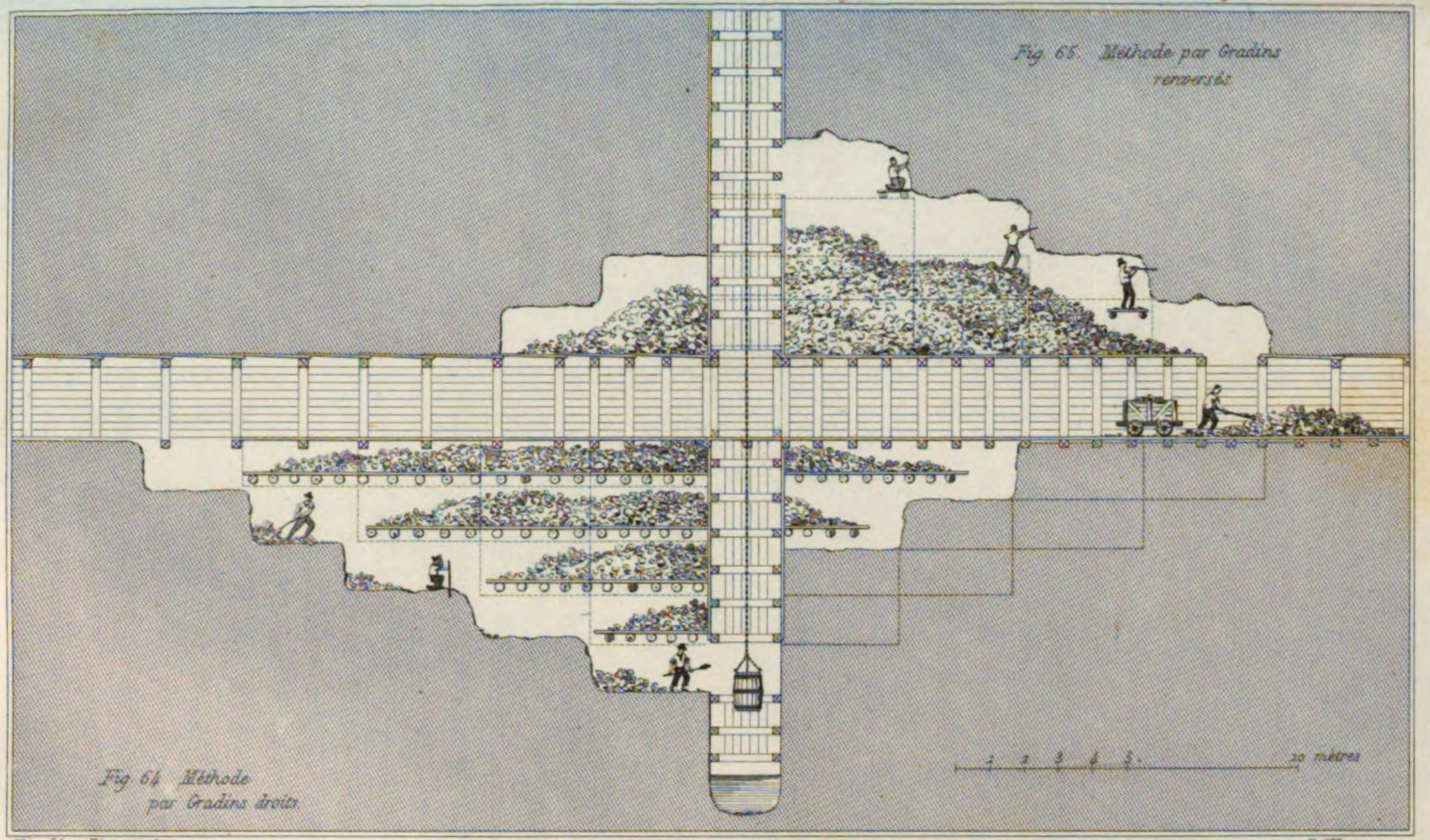


Fig. 64. Firstenbau

E. Wormser sc.

Strossen- u. Firstenbau.

der Lagerstätten ruhen, ein Unterschied, der offenbar durch das verschiedene Fallen hervorgerufen ist und in dem Wesen der Methode nichts verändert. Nach geschehener Vorrichtung greift man den Erzflügel von unten an, und geht so wie bei dem Firstenbaue vorwärts, wobei man aber des Kastens in der Grundstrecke nicht bedarf, und die Berge nur nöthig hat hinter sich zu versetzen, da sie wegen des geringen Fallens der Lagerstätte auf dem Liegenden ruhen können. Die Firsten haben bei derartigen Bauen in der Regel 4 Meter in den beiden Richtungen, und das Ort ist nur um ein geringes höher, als die Lagerstätte selbst.

Der mannsfeldische Kupferschiefer wird auf diese Weise gewonnen; das Flötz hat nur 30—50 Centimeter Mächtigkeit. Zuerst schrämt man auf dem Liegenden und treibt dann das unterschrämte Mittel mit Keilen ab, oder gewinnt es durch Schüsse. Die Förderstrecken haben eine durchschnittliche Höhe von 1,60 M., aber das Ort hat nur 0,70 bis 0,90 M. Die Arbeiter liegen auf der linken Seite und haben durch Gewohnheit eine große Geschicklichkeit erlangt. Im Mannsfeldischen nennt man diese Gewinnungsart Kummhölzer oder Krummhälser Arbeit, und es gehört allerdings eine große Uebung dazu, um in einer so beschwerlichen Lage den oft 0,60—1 Meter tiefen Schram zu führen. 1500 Bergleute gewinnen in den mannsfeldischen und Sangerhäuser Revieren auf diese Weise ungefähr 260000 Met. Ctr. Kupferschiefer pro Jahr.

Der Strebbau ist von den anderen Methoden durchaus verschieden; hier werden die Arbeiter auf einmal vor einen ganzen Flügel gelegt und gehen gleichmäßig mit einander vorwärts, das Hängende wird durch verlorene Zimmerung gehalten, und die Berge zwischen den Stempeln versetzt.

Dieses Verfahren führt ganz specielle Vortheile mit sich. Der Betrieb geht rasch vorwärts; es können auf einmal viele Häuer angelegt werden, und es müssen alle mit gleichem Eifer arbeiten, damit ein Ort nicht hinter dem anderen zurückbleibt. Bei einem so raschen Abbau sichert man sich vor dem Niedergehen des Hangenden durch das Stehenbleiben von einzelnen tauben Gesteinsparthien oder besonderen Vorrichtungen. Offenbar ist man durch keine andere Abbauart im Stande, so viel Arbeiter auf einem Punkte zu concentriren und deshalb den Betrieb in allen Beziehungen zu erleichtern. Bei Tarnowitz in Schlesien wird auf diese Weise Bleiglanz gewonnen, der in einem thonigen Kalke eingelagert vorkömmt. Der Häuer führt wie gewöhnlich den Schram auf dem Liegenden und schlägt hierauf das

0,70 Meter mächtige Flötz nieder oder gewinnt es durch Bohren und Schießen. Das Ort eines jeden Häuers beträgt 4 Meter, so daß ein zwischen zwei Gezeugstrecken belegenes Feld von 100 Meter Höhe durch 25 Häuer abgebaut wird.

Bei dem Strecken- und Pfeilerbau führt man zuerst mehrere parallel laufende Strecken auf, zwischen denen so starke Pfeiler stehen bleiben, als zur Sicherung des Hangenden erforderlich ist. Zunächst läßt man einen Pfeiler von 5 Meter stehen, treibt dann eine Strecke von 3 Meter, geht nun von Neuem 5 Meter vor, und setzt eine zweite 3 Meter breite Strecke, die der ersteren parallel ist, in Betrieb u. s. w. Nachdem das ganze Feld durch parallele Strecken so eingetheilt ist, führt man in derselben Weise und Anzahl andere Strecken auf, welche die ersteren unter rechtem Winkel durchkreuzen. Es ist klar, daß das Feld auf diese Weise wie ein Dambrett eingetheilt wird, und zwar daß die stehen gebliebenen Pfeiler Würfel von 5 Meter Seitenfläche bilden, welche unter sich 3 Meter Zwischenraum lassen. Bei starkem Fallen giebt man den Pfeilern, um jedes Rutschen zu vermeiden, in der Richtung des Fallens eine größere Länge als in der Richtung des Streichens. Man setzt indeß bei Anwendung dieser Abbaumethoden voraus, daß alle niedergeschlagenen Mineralmassen aus der Grube gefördert werden können, und also wenig oder gar keine Berge zur Unterstützung des Hangenden übrig bleiben. Da es nun zu kostspielig wäre mit Holz allein das Hangende zu halten, so müssen schon Pfeiler vom Lager selbst zur Unterstützung verbleiben. Bei dem Abbau der Eisenerzlager führt man die Strecken in der Regel so, daß die reichsten Erzparthien damit aufgeschlossen werden und die ärmeren als Pfeiler stehen bleiben, wodurch diese Baue ein sehr unregelmäßiges Aussehen erhalten.

Bei einem gewissen Werthe der Fördermasse sucht man auch die stehen gebliebenen Pfeiler zu gewinnen, was durch ein Versetzen der leeren Räume mit Bergen, die von Tage aus in die Grube geschafft werden, und durch eine nachherige Wegnahme der Pfeiler geschehen kann. Besonders wird dies Verfahren in den Kohlengruben angewandt, wo wir es auch weiter unten näher beschreiben werden. Das Rauben ist aber selbst bei festem Gestein mit vielen Gefahren verknüpft, muß deshalb nur im Nothfalle und mit größter Vorsicht angestellt werden.

Dem Bergmanne bleibt nun unter diese fünf Methoden die Auswahl, wenn es sich um den Abbau von Gängen oder Flötzen unter 3 Meter Mächtigkeit handelt. Abgesehen aber davon, daß neben der

Mächtigkeit auch das Fallen der Lagerstätte von bestimmendem Einflusse auf die Wahl der Abbaumethode ist, so muß hier noch gleichfalls die Beschaffenheit der Lagerstätte mit berücksichtigt werden. Bleiben bei dem Abbau des Ganges oder Flötzes keine Berge zurück, so dürfte der Strecken- und Pfeilerbau wohl am zweckmäßigsten sein. Soll der Bergmann zwischen dem Strossen- und Firstenbaue oder dem Strebbau wählen, so müssen von ihm die größere oder geringere Festigkeit der Mineralmassen, die Mächtigkeit der Lagerstätte und die Beschaffenheit des Hangenden oder Liegenden beachtet werden. Der Strebbau darf nur dann in Anwendung kommen, wenn die Fördermassen leicht zu gewinnen sind oder wenn man in der Lagerstätte einen weiten Schram führen kann, wodurch das Einschlagen der oberen Parthien um so mehr erleichtert wird. Endlich sind die localen Verhältnisse gleichfalls von bestimmendem Einflusse.

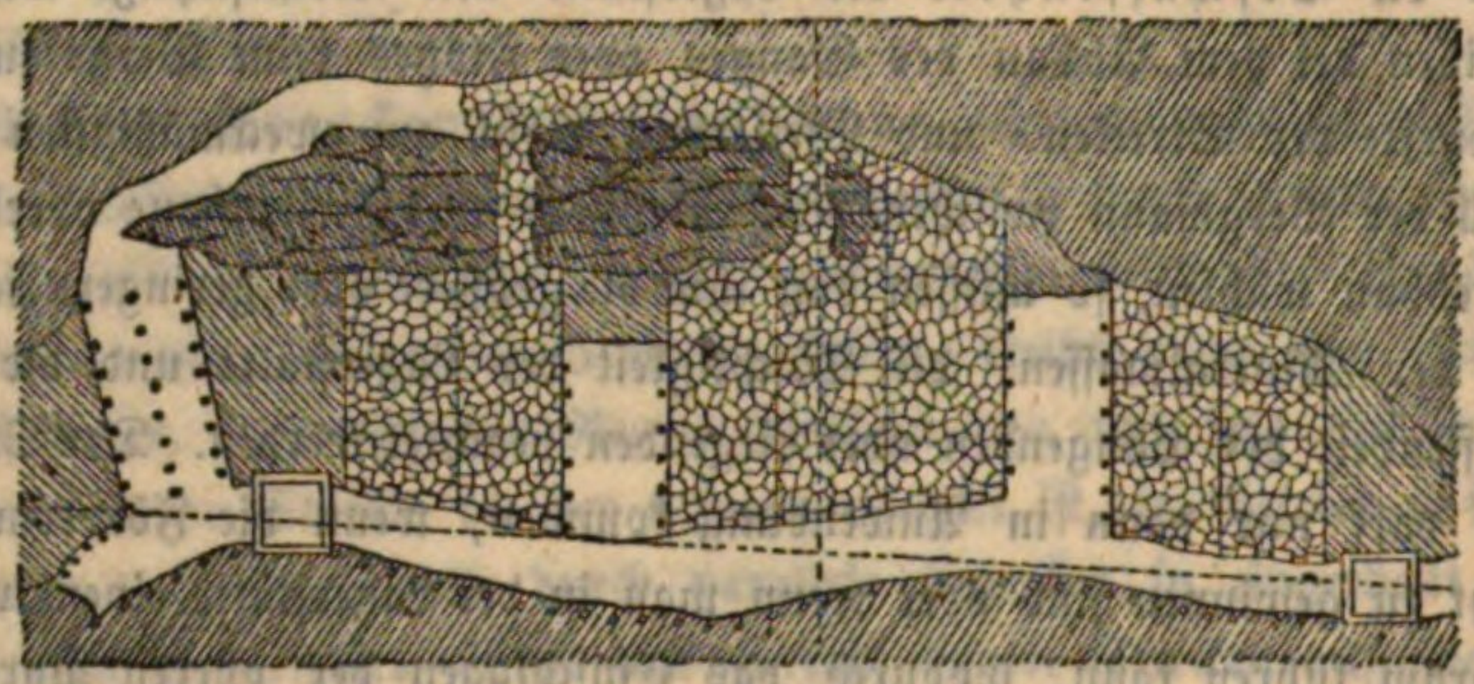
Alle diese Methoden, die wir hier übersichtlich anführten, kommen mit Ausnahme der Strossenbaue auch bei den Kohlenbauen in Anwendung, und werden deshalb dort näher beleuchtet werden.

Abbau von Lagerstätten über 3 Meter Mächtigkeit.

Bei sehr mächtigen Gängen oder Stockwerken ist der Abbau nicht mehr so einfach und sicher. Bei einer größeren Mächtigkeit als 3 Met. wird es unmöglich, zwischen Hangendes und Liegendes Stempel zu schlagen, und es müssen die hohlen Räume durch die Mineralmassen selbst oder durch eine gute Versetzung mit Bergen gehalten werden. Bei gebrächem Gestein wachsen die Schwierigkeiten, und man muß deshalb bei dem Abbaue von mächtigen Lagerstätten vor allem danach fragen, ob das Gestein fest oder gebrächig ist. Wir wollen zuvörderst den ersten Fall näher betrachten.

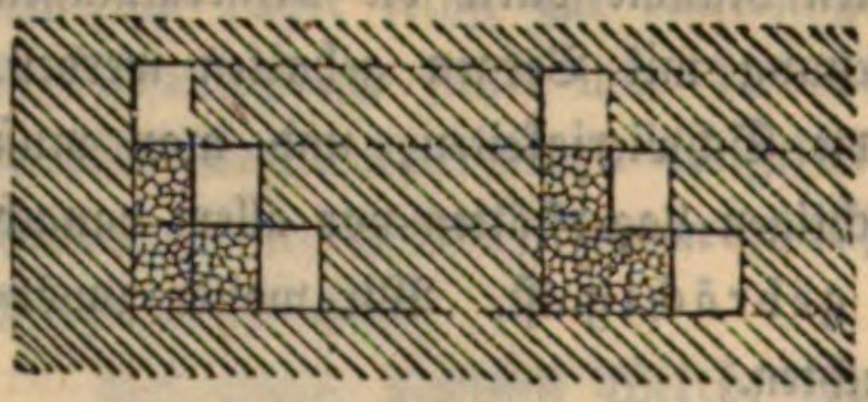
Von den Methoden, die hierbei in Anwendung kommen können, verdient der Querbau die nächste Erwähnung. Man greift bei demselben die Lagerstätte so tief wie möglich an, und treibt zuerst eine Grundstrecke am Liegenden, von der alsdann Querschläge nach dem Hangenden getrieben werden. Diese Querschläge richtet man in einigen Entfernungen von einander vor, so daß zwischen ihnen lange Pfeiler stehen bleiben, die zur Unterstützung des überlagernden Gebirges dienen; hierauf baut man die Pfeiler durch dicht neben einander getriebene Strecken ab, und führt den Bergversatz unmittelbar hinter sich, so daß auf diese Weise der erste Stock des Querbaues rein abgebaut und durch taube Bergarten versetzt wird. Nachdem dies geschehen,

wird die Lagerstätte mit gleichem Querbaue höher angegriffen und der zweite Stock vorgerichtet.



[Fig. 66. Querbau.]

Der beigefügte Grundriß zeigt den Querbau eines Schemnitzer Silbererzganges in Ungarn. Der Gang hat 10 Meter Mächtigkeit und ein Fallen von 60°. Die Entfernung der Querschläge von einander beträgt 9 Meter, so daß die neben einander geführten Strecken 3 Meter Weite haben. Wird taubes Gestein angefahren, so läßt man dieses stehen und fährt um dasselbe herum. Die erste Scheidung geschieht in der Grube, so daß man zum Versatze genügende Massen Berge hat. Der Abbau selbst wird in einer Form die große Aehnlichkeit mit dem Firstenbau hat, ausgeführt, wie man dieses näher aus Fig. 67. ersieht. Für 5—10 über einander getriebene Stöcke erhält man nur eine Förderstrecke offen, in die das Erz durch Rollschächte hinabgleitet. Die Grundstrecken treibt man deshalb gerne in dem Nebengestein, damit sie nicht die wachsende Bergmasse zu tragen haben.



[Fig. 67. Abbauort.]

Der Querbau erlaubt die vollständige Gewinnung der Erze, consumirt wenig Holz und ist möglichst gefahrlos. Er kann ferner sehr rasch betrieben werden und greift die Mineralmassen auf eine Weise an, wo sie der Häuer sehr leicht gewinnen kann. Er beruht indeß durchaus auf dem Vorhandensein von genügenden Bergmassen, mit denen alle abgebauten Räume versetzt werden können. Bei festem Gestein darf man nicht mehr als $\frac{1}{3}$ der losgeschlagenen Masse zu Tage fördern, während der Rest zum Versatze nöthig ist. Man könnte allerdings, wenn nur wenig Berge zum Versatze fehlten, sie von Tage aus in die Grube schaffen. Gewinnt man in der Grube selbst indeß

wenig oder gar keine Berge, so würde die Anwendung des Querbaues sehr kostspielig und mit Ausnahme des Falles, wo das Erz einen großen Werth besitzt, selbst unmöglich werden. Der Strecken- und Pfeilerbau wird darum statt des Querbaues häufig angewandt.

Bei dem Strecken- und Pfeilerbau auf mächtigen Lagerstätten, dem man auch den Namen Stockwerksbau gegeben hat, wird die Masse wie bei dem Querbau gleichfalls von unten angegriffen. Man fährt in der Lagerstätte 3 Meter weite Strecken auf, durchkreuzt sie mit anderen Strecken und verfährt ebenso wie bei dem gewöhnlichen Strecken- und Pfeilerbau auf weniger mächtigen Lagerstätten. Dadurch baut man einen 3 Meter hohen Theil der Lagerstätte ab, und um nun die darüber liegenden Parthien zu gewinnen, muß man über den untersten abgebauten Räumen eine starke Bank stehen lassen, und den oberen Bau so vorrichten, daß die Pfeiler gerade in der Richtung der unteren Pfeiler zu stehen kommen, und also nicht auf die freien Strekkenräume lasten. Ist in dieser Weise die ganze Lagerstätte vorgerichtet, so können die bis dahin stehen gebliebenen Pfeiler gewonnen werden, und dies wird bewirkt, indem aus der Teufe nach oben zu das Rauben beginnt, und dadurch ein auf einander folgendes Niedergehen der sämmtlichen Grubenräume hervorruft.

Offenbar ist diese Methode sehr unvollkommen, denn fast die Hälfte der Mineral- oder Gesteinsmassen, auf welche der Bau betrieben wird, kann nur zu Tage geschafft werden. Sie allein ist man indeß im Stande, bei Bauten auf Massen von geringem Werthe anzuwenden, auf Massen, die an sich keine Berge zum Versatze liefern, und unmöglich die Kosten einer Hineinschaffung der Berge von Tage aus Behufs Versetzung der abgebauten Räume tragen können. Daher werden auch alle unterirdischen Baue auf Magneteisenstein, Brauneisenstein, Spatheisenstein, Gyps, Dachschiefer ꝛc. nur auf diese Weise geführt.

Um nun den Verlust so viel als möglich zu verringern, und die Menge der Sohlen oder Etagen auf eine geringe Anzahl zu reduciren, macht man ein jedes Stockwerk so hoch, als es nur irgend thunlich ist, und giebt bei den Eisenerzen z. B. den Strecken eine Höhe von 6 Meter und darüber bei einer Weite von 5 Meter, wobei man den Pfeilern wenigstens 5 Meter Seitenfläche läßt. Die Firste wird gewölbartig zugeführt und die Bergfesten bekommen 3 Meter Stärke. Unter der Grundstrecke richtet man noch einen Strossenbau vor.

Das mächtige Dachschieferflötz bei Fumay in den Ardennen hat eine Mächtigkeit von 20 Meter und ein Fallen von 20—30°. Die Abbaustrecken haben die ganze Mächtigkeit des Flötzes zur Höhe und

eine Breite von 10 Meter. Den stehen gebliebenen Pfeilern giebt man dieselben Dimensionen. Die Gypsbrüche bei Paris werden in gleicher Weise durch 10 Meter hohe Strecken betrieben, zwischen denen man 4—5 Meter starke Pfeiler stehen läßt. Nicht anders verfährt man in den meisten Kalkstein- und sonstigen unterirdischen Steinbrüchen, wozu die vielen Brüche, welche um Neapel in dem Peperino, einem vulcanischen Gestein, betrieben werden, ferner die Pariser Katakomben in dem Grobkalke, die Kreidebrüche bei Meudon, die Brüche im Petersberge bei Mastricht, ein Beispiel abgeben. Im ersten Augenblicke glaubt man beim Durchfahren dieser ungeheuren Räume, daß sie nach keiner gewissen Ordnung gebildet sein. Die Strecken sind mitunter krumm und winklich. Betrachtet man indeß später das Ganze noch ein Mal, so erkennt man bald, wie die Lagerstätte nach zwei sich kreuzenden Richtungen hauptsächlich durchschnitten ist. Fig. 68. zeigt eine solche Abbauart durch hohe Strecken. Der Betrieb der Grundstrecke wird wie man sieht, strossenweise geführt, wodurch man bei dem Abbau der untersten Partien alle jene eigenthümlichen Vortheile erreicht, die mit dem Strossenbaue überhaupt verknüpft sind. Bei so weiten Räumen müssen die Firsten und deren Sicherung ein Gegenstand ganz besonderer Beachtung werden, und hierbei die festeste Zimmerung nebst Mauerung in Anwendung kommen.

Dies wären die Abbaumethoden, welche man bei mächtigen Lagerstätten, die aus *festen* Massen bestehen, in Anwendung bringt. Man konnte bei ihnen als Hauptzweck eine möglichst reine Gewinnung betrachten. Hier indeß, wo es sich um den Abbau solcher Lagerstätten handelt, die ein gebräches Gestein haben, muß wegen der größeren Gefahr, die mit den Bauen verknüpft ist, diese vor Allem ins Auge gefaßt werden. *Zwei Methoden* sind es, die man bei dem Abbau sehr mächtiger aber nicht fester Lagerstätten in Anwendung bringt.

Als Hauptregel darf zuvörderst bemerkt werden, wie bei derartigen Bauen die Vorrichtung so viel als möglich in dem festen Nebengestein stattfinden muß, um die Lagerstätte von da aus mit Sicherheit angreifen zu können. In dieser Weise baut man bei Lüttich das mächtige Alaunschieferflötz ab, welches ein Fallen von 70° hat, und nennt die Methode *Bruchbau* (méthode par éboulement), deren Namen sich aus dem Folgenden erklären wird.

Man treibt nämlich von einer Grundstrecke, die in dem Liegenden des Flötzes aufgefahren wird, Querschläge durch das Flötz bis zu dem Hangenden hin, und zimmert sie so fest wie möglich aus. Zwischen den Querschlägen bleibt ein Pfeiler von 3 Meter stehen. Hat man

Fig. 68.

Heron de Villefosse

Stockwerksbau.

so eine ganze Etage vorgerichtet, so wird zurückgegangen, die Zimmerung nach und nach fortgenommen, und dadurch ein Niedergehen der Firste, ein Bruch veranlaßt, der sich bis auf 4 und 5 Meter Höhe fortpflanzt. Man gewinnt also eine Etage von 5 Meter Mächtigkeit, und geht hier auf 6 Meter tiefer, um dasselbe Verfahren zu beginnen. Auf diese Weise wird das Flötz von oben nach unten durch Stockwerke oder Etagen von 6 Meter abgebaut, und der Bruch pflanzt sich bis zu der Tagesoberfläche fort. Trotz aller Zimmerung ist diese Abbaumethode dennoch mit vielen Gefahren verbunden, und erheischt zur Vermeidung von Unfällen große Aufmerksamkeit; sie hat indeß den Vortheil nicht kostspielig zu sein, führt aber die Tagewasser in das Innere der Grube, und nöthigt, wenn dies überhaupt erforderlich sein sollte, die Scheidung der gewonnenen Mineralmassen über Tage vorzunehmen, und somit das Förderquantum unnöthiger Weise zu vergrößern.

Die Methode mit Bergversatz (par remblais) ist zwar kostspieliger, zeigt indeß nicht dieselben Uebelstände; sie wird auf sehr verschiedene Arten ausgeführt, besteht im Principe aber nur darin, daß man in der Lagerstätte irgend welchen Bau vorrichtet, und nach dem Abbaue eines bestimmten Theiles derselben den dadurch hervorgerufenen hohlen Raum unmittelbar darauf durch bei der Erzscheidung in der Grube gefallene taube Bergarten oder durch Berge ausfüllt, die von Tage aus hinein gefördert werden, daß man endlich nach dem Abbau einer Etage die darüber liegende in derselben Weise abbaut. Man führt so den Betrieb von unten nach oben und verfährt gerade umgekehrt wie bei dem Bruchbau (méthode par éboulement). Gewöhnlich richtet man den Abbau der einzelnen Etagen oder Stockwerke in Strecken- oder Pfeilerform vor, führt indeß jeden Stock nicht höher als Manneshöhe, um jedes Niedergehen der Firste zu vermeiden, versetzt endlich die abgebauten Räume sofort, und erhält nur die zu dem Betriebe unbedingt nöthigen Strecken offen. Die Bergarten bestehen in der Regel bei diesem Abbau aus rolligen Massen, die im feuchten Zustande zum Versatz angewandt werden.

Zu Bleiberg bricht der Bleiglanz in Lagern von mildem Sandsteine, und wird dort auf die eben beschriebene Weise abgebaut. Die einzelnen Stockwerke richtet man durch Strecken und Pfeiler vor. Die Pfeiler bleiben so mächtig als möglich stehen, um das Einstürzen der darüber lagernden Massen zu verhindern; der Bleiglanz wird in den Strecken durch Auswaschen gewonnen. Das Grubenklein, welches hierbei zurückbleibt, dient nunmehr zur Ausfüllung der abgebauten Räume,

und ist zwar zu Anfange weich und von geringer Consistens, nimmt indeß nach einiger Zeit gleich dem hydraulischen Mörtel einen so großen Grad von Festigkeit an, daß man es wagen kann, die Anfangs stehen gebliebenen Pfeiler nunmehr fortzunehmen und das ganze Gebirge auf dem künstlich erzeugten Mauerwerk ruhen zu lassen. Taube Parthien, die in der Lagerstätte angetroffen werden, läßt man natürlich stehen, und da sich dieselben in der Regel lagerweise vorfinden, so bleiben sie als Bergfesten zwischen den einzelnen Stockwerken. Bei Ermangelung solcher durch die Natur gebotenen Bergfesten muß man deshalb nach erfolgtem Abbau einer Etage die sämmtlichen hohlen Räume derselben ausfüllen, um so zur Vorrichtung eines unmittelbar darauf gesetzten zweiten Stockwerkes als Basis zu dienen.

Auf diese beschriebenen Arten werden alle Lagerstätten, welches auch ihre Mächtigkeit und sonstige Beschaffenheit ist, abgebaut. Bei dem Steinsalz- und Steinkohlenbetriebe treten indeß einzelne Modificationen auf, die bei der Gewinnung von Erzen und allgemeinen Felsarten nicht nöthig erschienen. Diese Veränderungen beruhen auf der speciellen Beschaffenheit des Steinsalzes und der Steinkohle, und sind wegen der hohen Wichtigkeit, welche die Gewinnung jener beiden Mineralmassen in neuerer Zeit erlangt hat, vom größten Interesse.

Steinkohlengewinnung.

Die verschiedenen Abbauarten der Steinkohlenflötze sind allerdings im Allgemeinen bei den vorhin beschrieben Methoden mit inbegriffen. Sie unterscheiden sich indeß in der Ausführung durch mehrere specielle Umstände, die bei dem Steinkohlengrubenbetriebe besonders in Betracht gezogen werden müssen: 1) ist es hier erforderlich, möglichst große Räume zu eröffnen, um die Kohle in großen Stücken und so wenig Kohlenklein, als irgend thunlich zu erhalten, da dessen Werth ungleich geringer ist; 2) ist es erforderlich, nicht viele Baue offen zu lassen, denn die Kohle leidet in Berührung der Luft und bei dem Druck des Hangenden. Dadurch wird nicht nur die spätere Gewinnung dieser Kohle unmöglich gemacht, sondern es werden auch viele Unfälle hervorgerufen, die in der Anhäufung von Wassern, schlagenden oder entzündlichen Wettern ihren Grund haben; 3) fallen in den Kohlengruben wenig Berge, und dennoch verlangt der hohe Werth der Fördermasse einen durchaus reinen Abbau.

Um solchen Bedingungen nachzukommen, muß deshalb der Abbau äußerst schwunghaft betrieben, die Strecken in weiten Dimensionen

vorgerichtet, die Kohle aufs reinste abgebaut und die einzelnen Abbau-Oerter möglichst von einander abgesondert werden.

Die mineralogische Beschaffenheit der Steinkohlen ist so ziemlich immer dieselbe, so daß hier nicht, wie dies weiter oben geschah, bei der Auswahl einer Abbaumethode von festem oder unfestem Gestein die Rede sein kann, sondern der Abbau sich nur nach der Mächtigkeit der Lagerstätte richten darf. Es ist indeß nicht die Mächtigkeit allein, welche bei der Wahl einer Abbaumethode in Betracht gezogen werden muß, sondern das Fallen eines Flötzes giebt gleichfalls einen entscheidenden Grund dafür ab, ob man die eine oder die andere von den zu Gebote stehenden Methoden auszuführen habe. Man kann also hierüber folgende Zusammenstellung machen:

Kohlenflötze unter 3 Met. Mächtigkeit.	Fallen zwischen 45° der Vertikale; zwischen 75° und 45°	Firstenbau.
		Raubbau.
	Fallen zwischen 45° u. der Horizontale.	Stoßbau.
		Strebbau.
		Kurzer Pfeilerbau.
		Langer Pfeilerbau.
Kohlenflötze über 3 Met. Mächtigkeit.		Pfeilerbau.
		Pfeilerbau mit Bergversatz.

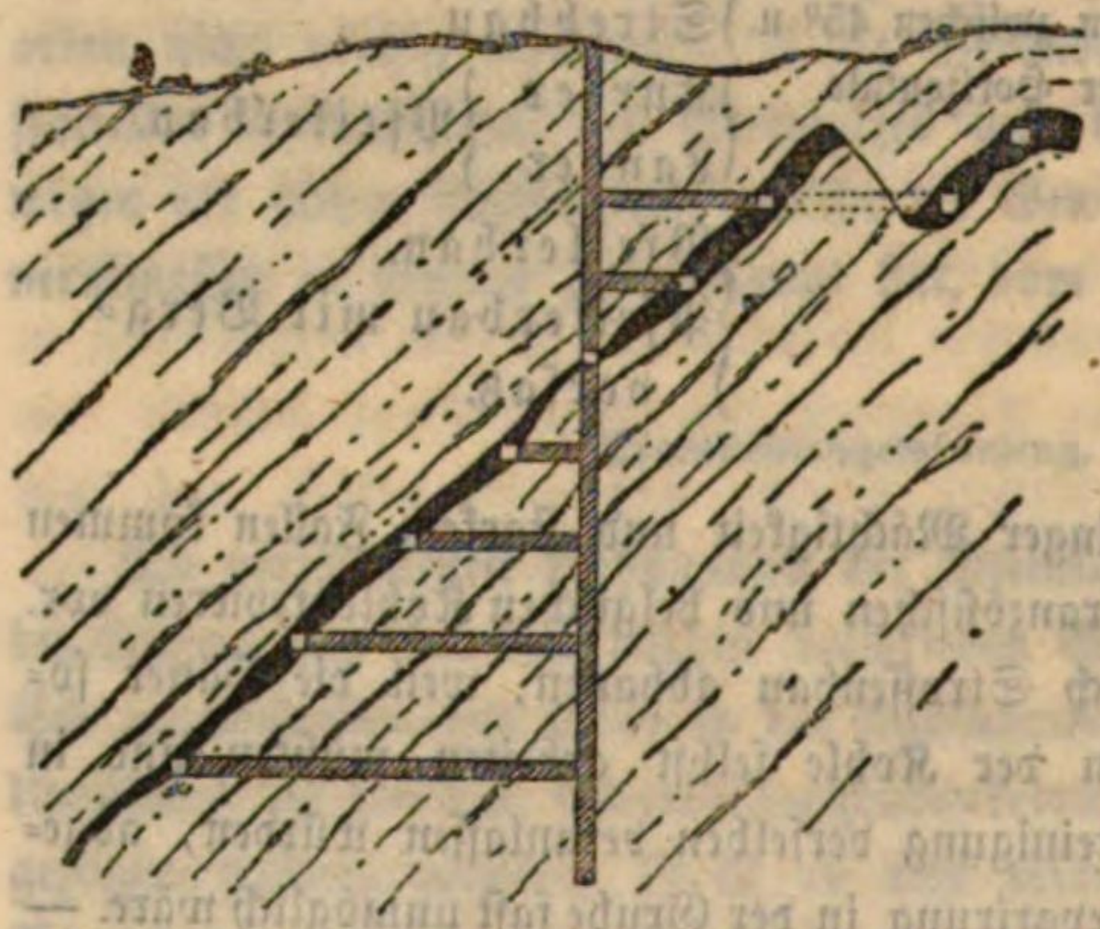
Die Flötze von geringer Mächtigkeit und starkem Fallen kommen namentlich in den nord-französischen und belgischen Kohlenrevieren vor. Man kann sie nicht durch Strossenbau abbauen, weil die Häuer sowohl wie Förderleute in der Kohle selbst arbeiten müßten und in Folge dessen eine Verunreinigung derselben veranlassen würden, abgesehen davon, daß eine Separirung in der Grube fast unmöglich wäre. — Der Firstenbau führt diese Uebelstände nicht mit sich; er unterscheidet sich bei der Anwendung auf Kohlenflötzen nur durch die Dimensionen der Firsten, welche mitunter 10—12 Meter Ausdehnung haben. Nur in den Fällen darf man von den breiten Firsten abgehen, und deren Dimensionen auf geringere Zahlen reduciren, wo entzündliche Gasarten zu befürchten sind, denn es ist klar, daß von einem in kleineren Firsten abgetheilten Orte die Wetter bei weitem kräftigeren Zug haben werden. Ein sehr zu beachtender Uebelstand der Firstenbaue auf Kohlenflötzen ist indeß die große Holzconsumtion.

Bei dem Abbau der schwachen Flötze des Departements du Nord führt der Häuer auf dem Liegenden den Schram, und schlägt das Kohl

durch eine Reihe neben einander gestellter Keile oder durch Bohren und Schießen nieder. Bei dem Schram, der öfters in dem aus Schiefer bestehenden Liegenden geführt wird, fällt ein gewisses Quantum Berge, das mit den Bergen, die von dem Betriebe der Förderstrecken fallen, zwischen dem Stempel versetzt wird, um das Niedergehen des Hangenden zu verhindern. Bei einer Flötzmächtigkeit von über 1,20 M. hält es sehr schwer, sich die zum Versatze nöthigen Berge zu verschaffen, und man muß dann zu einer anderen Abbaumethode seine Zuflucht nehmen.

Die Flötze von 1,20 bis 3 Meter Mächtigkeit und einem Fallen zwischen 75° bis 45° können durch zwei sich einander kreuzende Strekkensysteme und durch nachherige Fortnahme der Anfangs stehen gebliebenen Pfeiler abgebaut werden. Auf dem Flötze der Communautés (Saône et Loire) hat man dies Verfahren in Anwendung gebracht, und dort auf ganz ausgezeichnete Weise ausgeführt.

Zuerst wurde das Flötz durch acht über einander liegende Abbaustrecken vorgerichtet, die mit dem Schachte durch im Hangenden und Liegenden geführte Querschläge in Verbindung stehen, wie dies aus Fig. 69. näher zu ersehen ist. Jedes zwischen zwei Strecken belegene Kohlenfeld theilt man durch Absinken, die auf dem Fallen des Flötzes betrieben werden, in mehrere Flügel, von denen ein jeder in der Streichungsrichtung etwa 40 Meter, und in der Fallrichtung etwa 20 Meter hat. Nun gewann man diese Pfeiler durch einen von oben nach unten geführten Abbau.

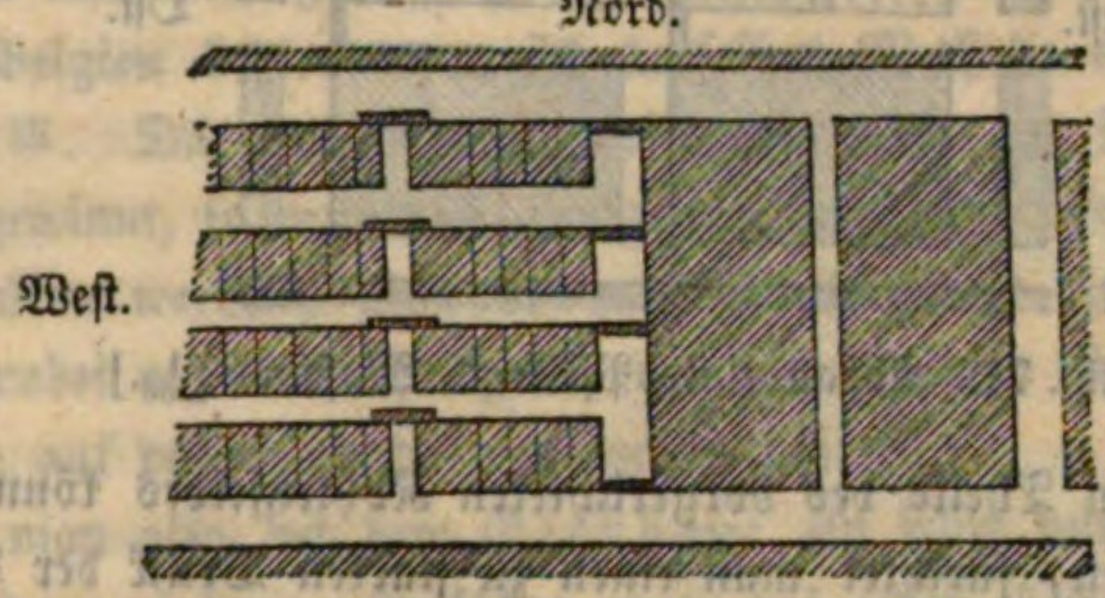


[Fig. 69. Abbau des Kohlenflötzes des communautés. Maßstab $\frac{1}{2000}$.]

Der Abbau selbst wird je nachdem das Hangende gebräch oder fest ist, auf verschiedene Weise geführt. In dem ersteren Falle wird also verfahren.

Nehmen wir z. B. an, daß die oberste Etage bereits abgebaut sei, und es sich nur darum handelte, die zweite darunter belegene zu gewinnen, so wird man zuvörderst das Niedergehen des Bergversatzes,

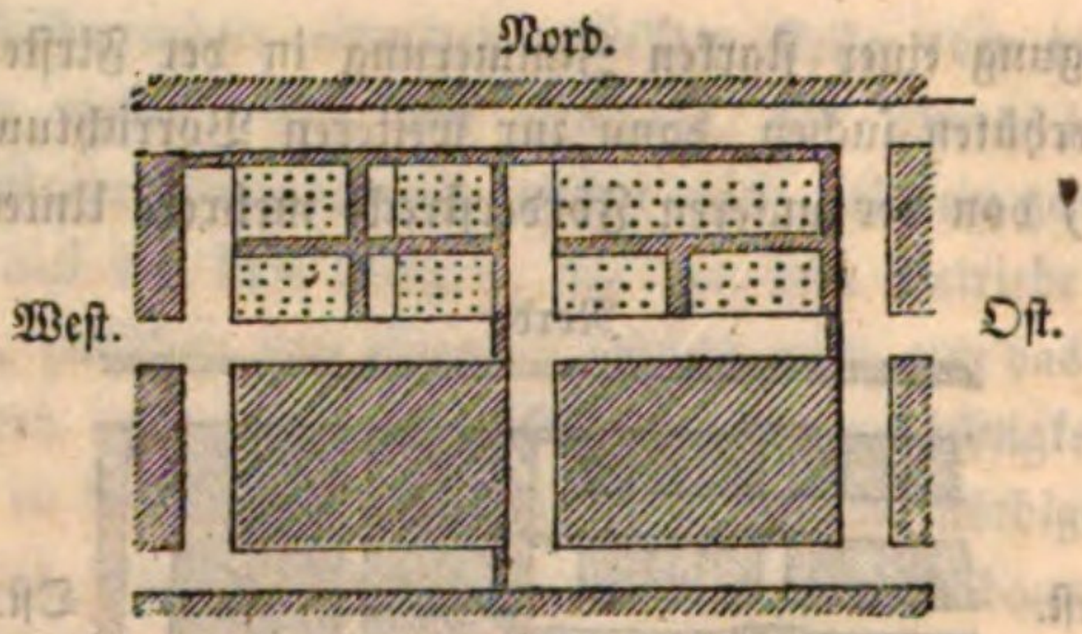
durch Anbringung einer starken Zimmerung in der Firste des Querschlages zu verhüten suchen, dann zur weiteren Vorrichtung des Pfeilers (Fig. 70.) von der unteren Förderstrecke mehrere Unterbrechen bis



[Fig. 70. Abbau eines Pfeilers. Maßstab $\frac{1}{1000}$.]

zu dem alten Manne treiben, und dort gleichfalls auf das Festeste verzimmern. Hierauf wird das Kohlenfeld zwischen den blinden Schächten mit drei kleinen Strecken durchfahren, die der großen Förderstrecke parallel sind, und das Kohlenfeld abermals in 4 kleinere Theile bringen. Dann endlich schreitet man zur Gewinnung dieser kleinsten Pfeiler, und geht hierbei von oben nach unten, indem man dieselben in 4 Met. langen und 2 Meter breiten Partien fortnimmt. Nach dem Abbau des ersten Viertels des ganzen Raumes zwischen den beiden großen Förderstrecken bringt man eine feste Zimmerung an und geht zu dem zweiten Viereck über. So kommen niemals große Flächen auf ein Mal zum Abbau; nur geringe Theile des Hangenden werden auf ein Mal bloßgelegt und deshalb dem gefährlichen Drucke des Gebirges sehr leicht vorgebeugt. Die darüber liegenden Berge drücken übrigens auf das Kohlenfels selbst, und fallen so die leeren Räume nach einiger Zeit vollständig aus.

Bei diesem Verfahren fallen indeß viele Kleinkohlen, deshalb wendet man eine andere Methode an, sobald das Hangende fest ist. Soll ein Kohlenfeld, welches zwischen zwei Förderstrecken belegen ist, abgebaut werden, so wird es nun in vier Theile, und zwar durch einen Schacht und eine Strecke getheilt (Fig. 71.) Von dem Schachte aus treibt man nur ein 5—6 Meter breites Ort, das im Westen angesetzt ist; oben läßt man indeß etwa 1 Meter Kohle stehen, um die darüber liegenden Berge zurückzuhalten. In dem Maße, als man vorwärts geht, werden nördlich gegen die stehen gebliebene Kohlenwand starke Stempel neben einander geschlagen, die man nach geschehenem Abbau des Pfeilers wieder gewinnt, und dadurch ein Niedergehen der Kohlenwand nebst den darüber liegenden Bergen bewirkt.



[Fig. 71. Abbau eines Pfeilers. Maßstab $\frac{1}{1000}$.]

Die anderen Theile des vorgerichteten Kohlenfeldes können ebenso gewonnen werden; fürchtet man einen zu starken Druck der Berge, so nimmt man den zwischen zwei Schächten befindlichen Pfeiler nicht auf ein Mal weg, sondern theilt ihn sich in zwei Hälften, wie dies auch auf der Figur zu ersehen ist, so daß diese Pfeiler zwar dieselbe Höhe, aber nicht dieselbe Breite haben.

Ungleich rascher kann man auf diese Weise vorwärts gehen, und auch zugleich größere Stückkohlen gewinnen. Eine größere Festigkeit des Hangenden wird aber dabei verlangt, weil weite Räume nur durch verlorene Zimmerung lange Zeit offen erhalten werden müssen. Hat man vor dem Hangenden nichts zu befürchten, so kann der ganze Pfeiler (das Viertel des im Bau begriffenen Feldes) auf ein Mal abgebaut werden. Doch ist das ein sehr seltener Fall, und gewöhnlich zieht man es vor, in kleineren Partien das Kohlenfeld zu gewinnen.

Die Gewinnung der Kohle geschieht durch das letzte Verfahren ebenso vollständig, als durch den Firstenbau, ohne daß man hier weiterer Berge bedürfte, als zur Construction der Mauern erforderlich sind, ohne ferner eine andere Zimmerung, als die Stempel nöthig zu haben, welche nach erfolgtem Abbau wieder fortgenommen werden können.

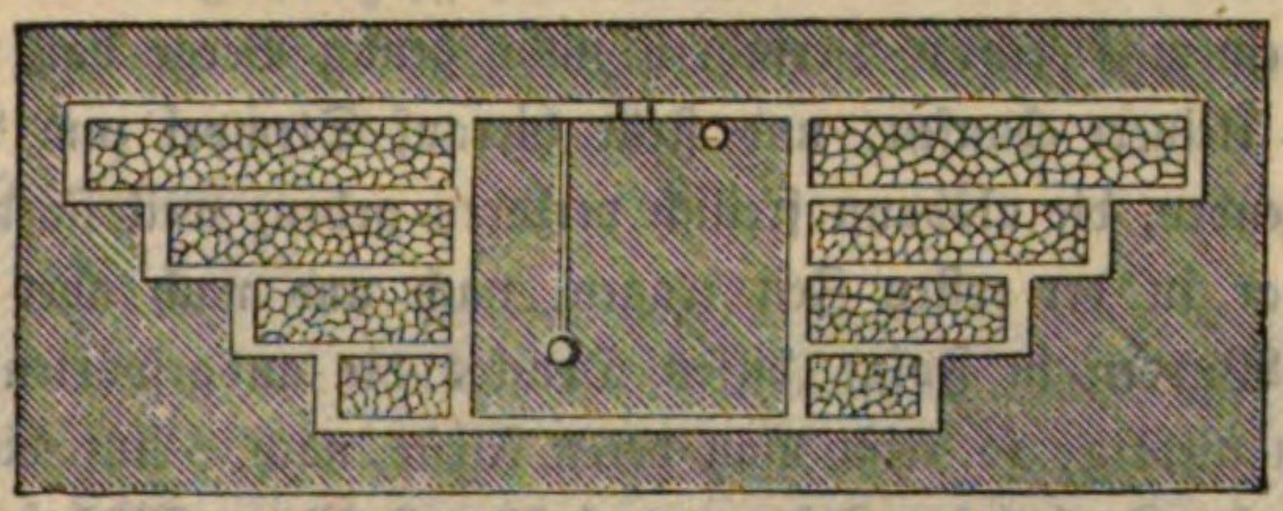
Wir wollen jetzt die Abbauarten näher beleuchten, welche man bei Flötzen von gleicher Mächtigkeit, wie die, von denen so eben die Rede war, anwendet, bei Flötzen, welche indeß ein Fallen zwischen 45° und der Horizontale haben.

Auf den schwachen Kohlenflötzen des nördlichen Frankreichs bedient man sich des Stoßbaues. Bei Flötzen von 1,50 Met. Mächtigkeit aber und darüber würde er nicht gut anwendbar sein, es sei denn, daß hierbei viele Berge fallen. Der Schram wird auf dem Liegenden geführt und die Kohlenbank darauf mit Keilen eingeschlagen. Hierbei fällt zu dem Versatz ein genügendes Bergquantum. Der Haupt-

vortheil dieser Methode besteht namentlich auf den Flötzen von Mons und Valenciennes darin, daß man dieselbe auf dem Platz in Anwendung bringen, und bei dem Uebergehen der Flötze in die Droits den Firstenbau mit Leichtigkeit vorrichten kann.

In Belgien bedient man sich derselben Methode auch auf Flötzen von 1,50 M. Da man nun hierbei wenig oder gar keine Berge zum Versatz gewinnt, so muß das Hangende durch eine Menge von Stempeln gehalten werden, die nur zum Theil wieder gewonnen werden können, wobei man das Hangende die noch übrigen Stempel zertrümmern und auf das Liegende niedergehen läßt.

Hat man also bei dem Stoßbaue ein Flötz durch den Schacht (Fig. 72.) angefahren, so führt man auf jeder Seite des Schachtes



[Fig. 72. Stoßbau.]

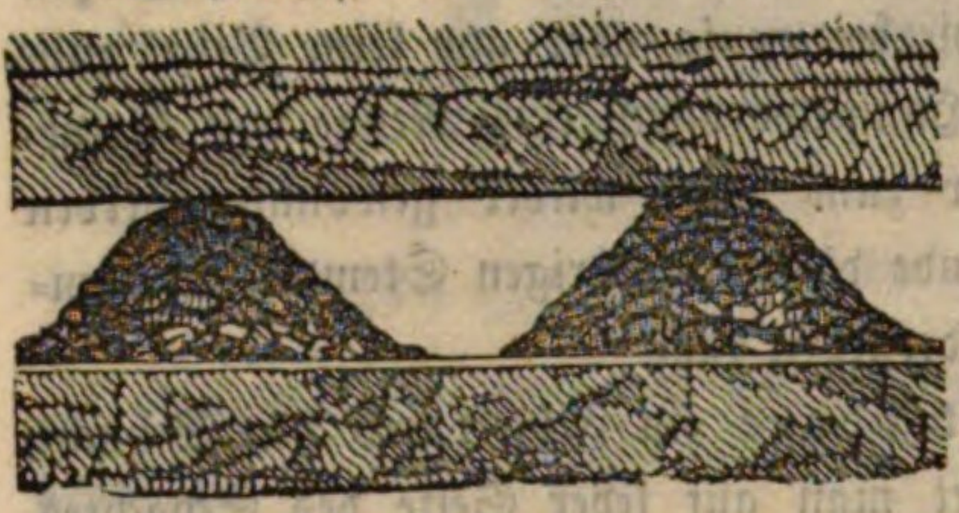
eine Strecke längs dem Streichen des Flötzes auf, läßt indeß um den Schacht herum einen ziemlich mächtigen Kohlenpfeiler stehen. Nach geschehener Aus- und Vorrichtung kann der Abbau unmittelbar beginnen; er schreitet von dem Schachte nach der entgegengesetzten Richtung fort. Um die Berge zu ersparen und die Förderung sich zu erleichtern, läßt man in dem Versatz Strecken offen, die entweder längs dem Streichen des Flötzes oder in diagonaler Richtung geführt werden. Die Kohlen kommen so nach der flachen Strecke und von dort nach der Grundstrecke und dem Schachte.

Bei dem Strebbau wird ein großer Kohlenpfeiler durch Strecken vorgerichtet und von einer Seite auf ein Mal angegriffen. Die Berge werden zwischen den Stempeln versetzt, die zum Schutze des Hangenden geschlagen sind. Der Pfeiler muß stets so abgebaut werden, wie es das Fallen des Flötzes erlaubt. Bei Flötzen, die unter 20° fallen, ist es gleichgültig, von welcher Seite man den Pfeiler angreift; bei einem Fallen von 20° bis 45° aber ist es am besten in diagonaler Richtung vorzugehen.

Die Breite des Strebes hängt ganz von der Anzahl Arbeiter ab, die man davor legen will. Auf Fig. 74. hat er nur 45 Meter; es

giebt indeß Flügel von 100—150 Meter. Haben die Flügel eine größere Breite als 50—60 Meter, so müssen zwischen den Grundstrecken Förderstrecken nachgeführt werden, so daß die Förderung der Kohlen vom Orte nach dem Flachen leicht geschehen kann.

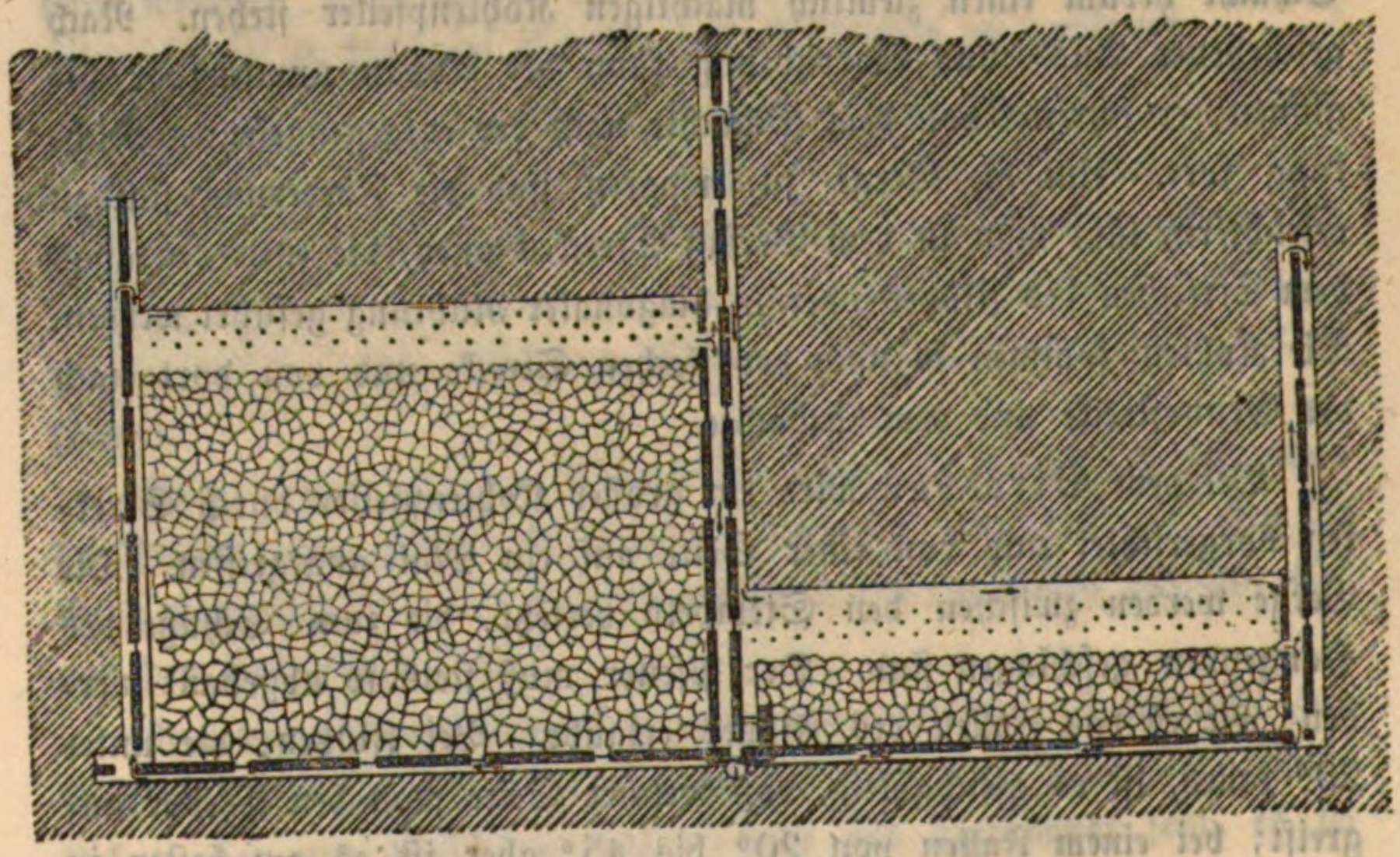
Sind nicht viel Berge da, so wendet man, was man davon noch erhalten kann, zur Construction von Mauern an den Stößen der Förderstrecken an, und unterstützt das Hangende im Uebrigen durch conische Haufen, auf denen sich dasselbe nach und nach fest auflagert. Wenn man



[Fig. 73.]

selbst zu einem solchen Verfahren nicht genug Berge hat, so macht man noch kleinere Haufen, und stellt hierauf Stempel zum Abfangen des Hangenden, die alsdann freilich verloren gehen, weil sie das Hangende zwar in der ersten Zeit tragen, nach und nach aber zerdrückt werden. Wurden in Folge dieses Druckes die ausgesparten Förderstrecken zu niedrig, so reißt man deren Firste nach. Auf diese Weise baut man in Sarbrücken Flötze von 1,60—2 Meter Mächtigkeit ab.

Auf Fig. 74. ist ein solcher Abbau näher versinnlicht. Die Förderstrecken werden durch Bergmauern offen erhalten, so daß also das



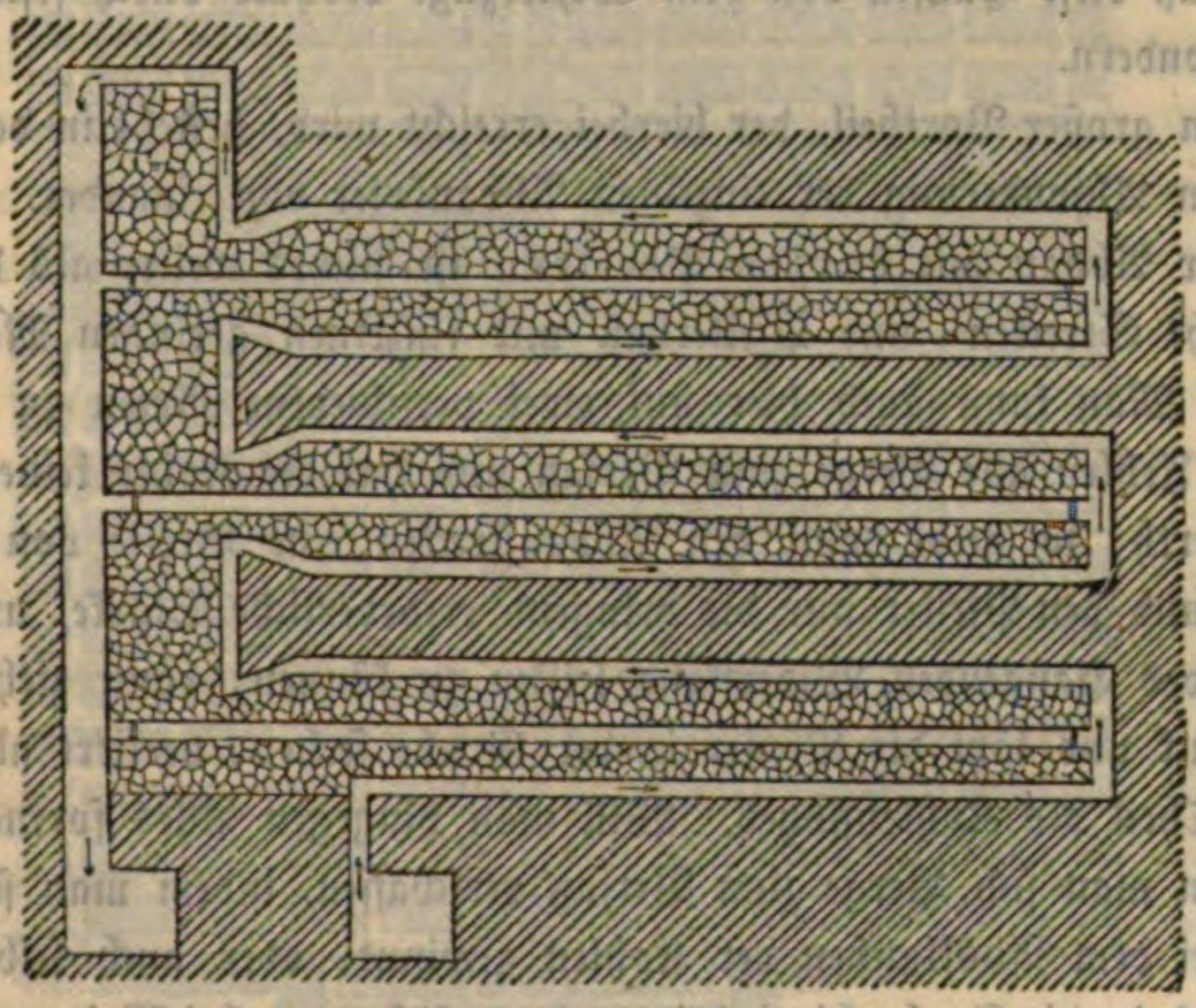
[Fig. 74. Strebbau. Maßstab $\frac{1}{1000}$.]

Hangende hier nicht wie auf den Stollen niedergehen kann, wo bloße Haufen zum Abfangen des Daches vorgerichtet wurden. Diese Unter-

stützungsmauern sind in den Strecken angebracht, welche die einzelnen Kohlenpfeiler von einander absondern; an einzelnen Punkten hat man die Mauern durchbrochen und mit Thüren zu einer leichteren Communication versehen. Vor Ort werden drei Reihen Stempel geschlagen, die mit dem Weiterfortschreiten des Strebens gleichen Schritt halten. Der Streb ist 45 Meter breit; besondere Strecken sind in den Bergen nicht ausgespart worden, da dies die geringe Flügelweite nicht nöthig macht; wenn auch nicht geläugnet werden kann, daß mit diagonalen Strecken die Förderlänge bedeutend abgekürzt würde.

Den Strecken- und Pfeilerbau kann man in seiner Anwendung auf den Steinkohlenbergbau in zwei Klassen bringen. Zu der ersten gehören der Pfeilerbau mit langen Pfeilern, zu der zweiten der Pfeilerbau mit kurzen Pfeilern.

Der erstere (Fig. 75.) besteht aus dem Betriebe von parallelen



[Fig. 75. Pfeilerbau mit langen Pfeilern.]

Strecken, zwischen denen ein Pfeiler stehen bleibt. Ist das Hangende fest, so werden die Abbauörter 8 Meter Weite haben und die Pfeiler 4 Meter stark bleiben. Bei nicht fester Beschaffenheit der Kohle giebt man den Pfeilern eine größere Stärke.

Der Abbau geht auf dem Streichen oder Fallen des Flötzes vor sich, wenn das letztere unter 20° beträgt, in diagonaler Richtung aber, wenn das Flötz über 20° fällt. Die Berge werden in der Mitte der Abbaustrecke versetzt, so daß längs den Pfeilern 2 Strecken von geringeren Dimensionen offen bleiben. In Mitte der Berge endlich spart

man eine dritte Strecke aus, die zur Förderung benutzt wird, während die beiden andern zum Wetterwechsel dienen.

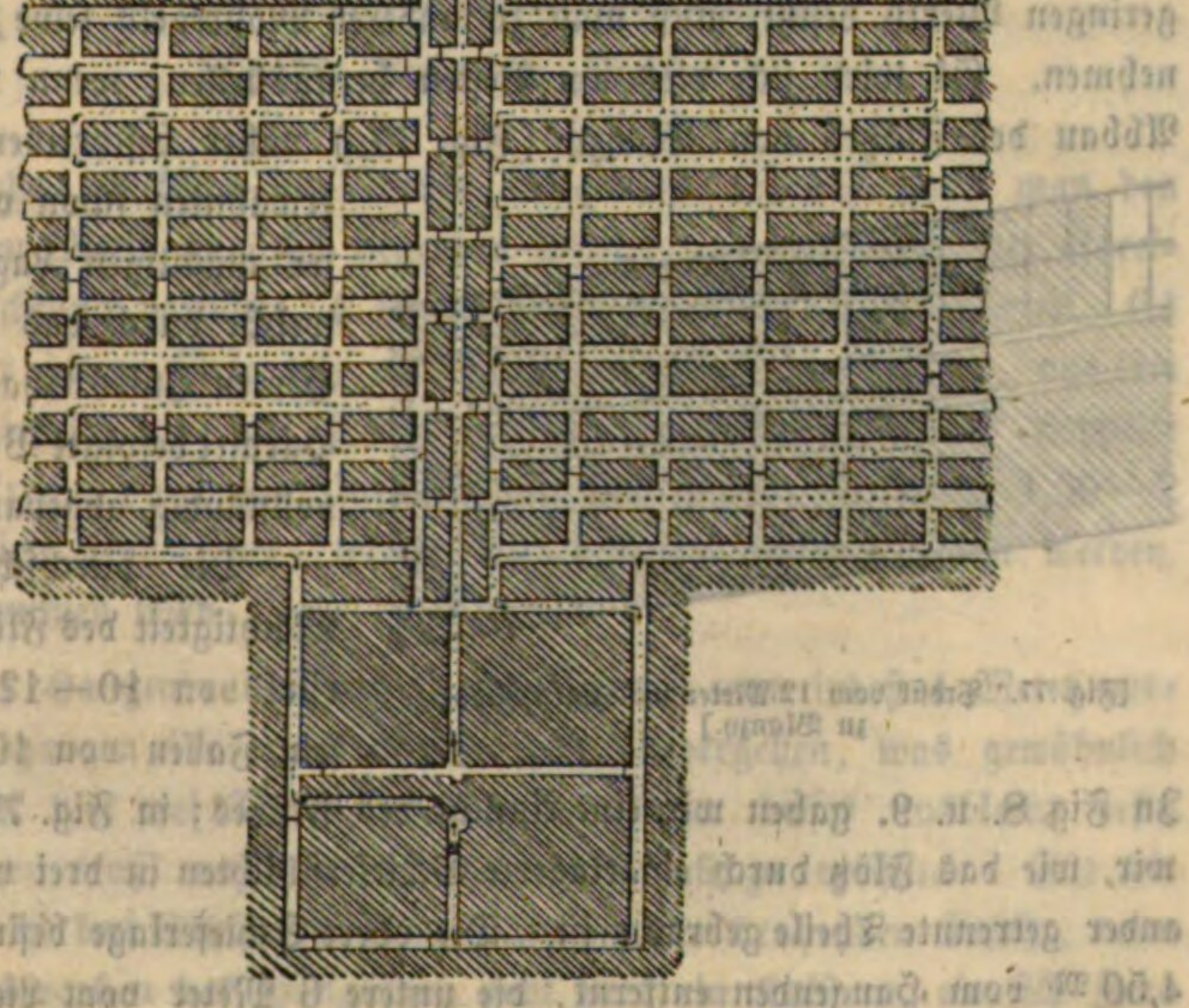
Wenn so der Abbau ziemlich weit vom Schachte aus fortgerückt ist, so werden die Pfeiler von hinten nach vorne abgebaut, wobei man während des Betriebs Stempel schlägt, die in dem Maße als vorwärts gegangen wird, fortgenommen werden. In den Fällen, wo das Hangende nicht vollkommen sicher ist, und man deshalb die Pfeiler nicht ganz fortnehmen kann, begnügt man sich mit einem Drittel oder der Hälfte der Kohle, und überläßt der Grube den Rest. In Lüttich befolgt man dies oben genannte Verfahren fast überall, und giebt den Abbaustrecken 12 Meter Weite, den Pfeilern 8 Meter; der Bergversatz besteht aus Kleinkohlen ohne Werth, die zwischen Bergmauern aufgehäuft werden. Bei einem derartigen Betriebe ist aber die höchste Vorsicht zur Vermeidung von Entzündung des Kohlenkleines erforderlich; man muß diese Haufen von dem Wetterzuge deshalb durch feste Mauern absondern.

Ein großer Vortheil, der hierbei erreicht wird, besteht in der vollständigen Absonderung der einzelnen Abbauörter von einander.

Der Abbau mit kurzen Pfeilern ist nichts weiter als der gewöhnliche Strecken- und Pfeilerbau mit einzelnen geringen Modificationen. Man kann auch hier auf zwei verschiedene Arten zu Werke gehen. Fehlen alle Berge zum Versatz und hat die Kohle keinen großen Werth, so giebt man den Abbaustrecken eine Breite von 3—4 Meter, und den Pfeiler nur die dringend erforderliche Stärke, um dem Drucke des Hangenden Widerstand leisten zu können; dann zieht man sich zurück und läßt die Pfeiler in der Grube stehen, verliert also den vierten Theil des Kohlenflötzes. Will man hingegen Alles fortnehmen, und kann man sich Berge zum Versatz verschaffen, indem man sie entweder bei dem Ausklauben der Kohlen gewinnt, oder auch selbst von Tage aus in die Grube hineinbringt, dann läßt man bei Weitem mächtigere Pfeiler stehen, und giebt ihnen z. B. 10 Meter in der Streichungsrichtung, und 20 Meter in der Fallrichtung. Nach dem beendigten Betriebe der Abbaustrecken geht man nunmehr an's Rauben, das stets an den von dem Schachte entferntesten Punkten anfangen muß, und vermag so alle Kohlen zu gewinnen, die keinesweges zerstückelt werden, sondern wegen der Größe der Pfeiler und des stärkeren Widerstandes, welchen die letztere deshalb dem Drucke des Hangenden entgegensetzen, ebenso ganz und ungebrochen wie die Kohlen in den Abbaustrecken gewonnen werden können.

In England befolgt man besonders bei Newcastle eine Methode,

die den großen Vortheil gewährt, die einzelnen Abbauörter von einander abzusondern, und deshalb bei vorkommenden Unfällen die Verbreitung der letzteren in der Grube zu verhüten. Man nennt diese Abbauart pannelwork (Felderbau) und sie besteht mit kurzen Worten in Folgendem (Fig. 76.)



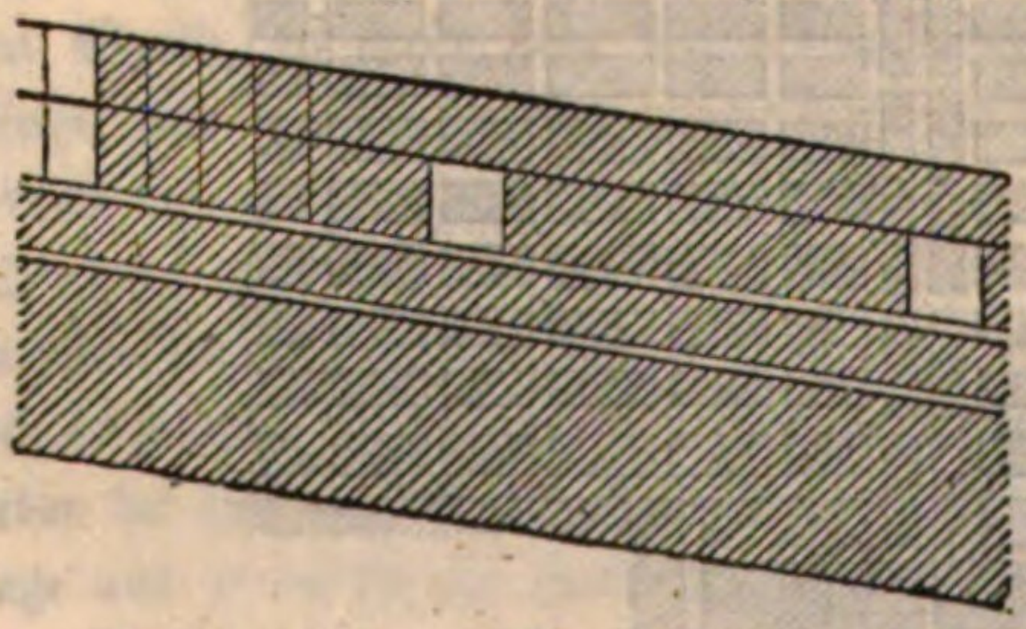
[Fig. 76. Felderbau (pannelwork).]

Von dem Schachte aus wird eine schwebende Strecke auf dem Kohlenflötze aufgefahren, an deren beiden Stöcken zwei mächtige lange Pfeiler stehen bleiben. Hierauf theilt man das Grubenfeld in große

Quadrate und dann in Pfeiler ab, deren Communication unter einander durch Thüren und im Nothfalle durch Mauern geschlossen wird. Jedes einzelne Feld oder Quadrat wird nun für sich bis auf die Pfeiler abgebaut, durch welche sie von einander abgesondert sind, und welche zuletzt allerdings auch fortgenommen werden. Die Pfeiler haben zwischen den der Streichungsrichtung parallelen Strecken 10 Meter Breite und 20 Meter in der Fallrichtung. Man baut sie zurückstehend ab, und zwar bei einem Fallen von über 20° in diagonaler Richtung.

Die meisten Kohlenflötze von circa 2 Meter Mächtigkeit werden durch Pfeilerbau mit kurzen Pfeilern gewonnen, der in der That wenig Bergversatz, nicht viel Holz verlangt und namenlose Vortheile in Betreff der Kohlengewinnung selbst darbietet. Das Rauben der Pfeiler werden wir weiter unten näher betrachten können, wo von dem Abbau sehr mächtiger Flötze durch dieselbe Methode die Rede ist.

In England, Belgien und dem nördlichen Frankreich, wo die Mächtigkeit der Steinkohlenflötze gewöhnlich nur zwischen 0,60 und 2 Meter variirt, finden die oben beschriebenen Methoden vollkommen ihre Anwendung; in den süd-französischen Bassins aber, wo die Flötze 5—10 Meter mächtig sind, und die Steinkohle aber dennoch keinen geringen Werth besitzt, muß man zu anderen Maßregeln seine Zuflucht nehmen. Es wird sich dies am Besten herausstellen, wenn wir den Abbau des Flötzes von Blanzy (Fig. 77.) näher beschreiben. Wir erwähnten schon oben dieser mächtigen Lagerstätte, welche durch das von den Herren Jules Chagot und Harmet befolgte Verfahren vollständig abgebaut wird.

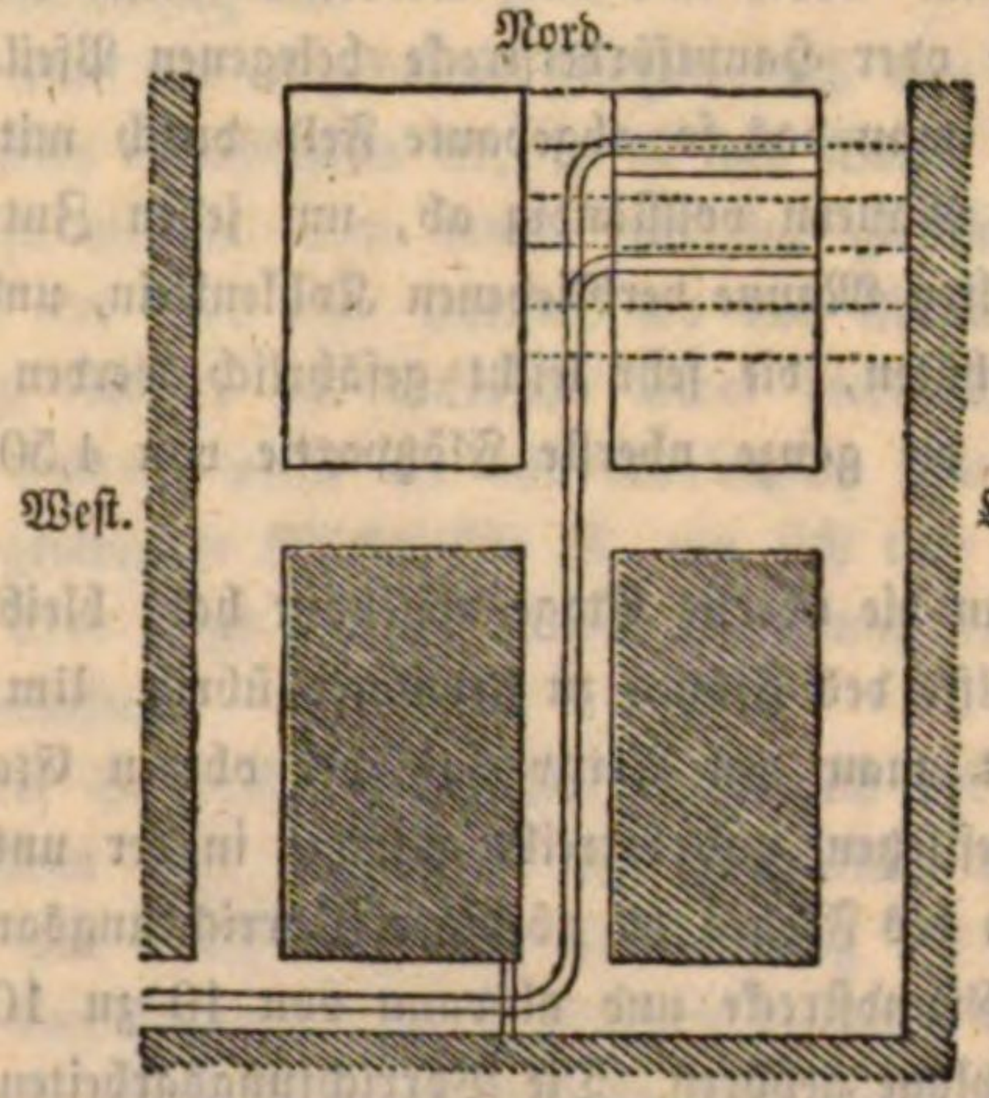


[Fig. 77. Profil vom 12 Meter mächtigen Flötze zu Blanzy.]

Die durchschnittliche Mächtigkeit des Flötzes variirt von 10—12 Meter, sein Fallen von 10—20°. In Fig. 8. u. 9. gaben wir eine Ansicht des Flötzes; in Fig. 77. sehen wir, wie das Flötz durch eingelagerte Schieferschichten in drei von einander getrennte Theile gebracht ist. Die obere Schieferlage befindet sich 4,50 M. vom Hangenden entfernt, die untere 6 Meter vom Liegenden; jede von ihnen hat etwa 0,30 M. Stärke, so daß sie durch 1 Meter Kohle von einander gesondert sind.

Die oberste Kohlenschicht wird durch Pfeilerbau mit kurzen Pfeilern abgebaut, wo die Abbaustrecken 4 Meter Breite und 2,50 M. Höhe,

die Pfeiler 12 Meter in der Streichungsrichtung, 25 Meter in der Fallrichtung haben. Nach einer solchen Vorrichtung des Flötzes geht man an das Rauben der Pfeiler und des 2 Meter starken Firstenkohls. Nehmen wir z. B. an, daß vier Pfeiler (Fig. 78.) zu gewinnen wären, die dicht neben einem zu Bruche gegangenen abgebauten



[Fig. 78. Pfeilerbau. Maßstab $\frac{1}{1000}$.]

Felde stehen, welches im Norden belegen ist. Zuerst greift man den dem alten Mann zunächst liegenden Pfeiler an, der durch, der Streichungsrichtung parallele, 4 Meter breite Strecken abgebaut wird. Es wird vor jedem Orte wie gewöhnlich der Schram geführt, und die Kohle hierauf bis auf 2,50 M. Höhe eingeschlagen. Eine doppelte Stempelreihe dient zur Unterstützung der Firste, die durch 1,50—2 Meter tiefe Bohrlöcher, welche mit $\frac{1}{2}$ Kilog. Pulver besetzt werden, nachgenommen wird.

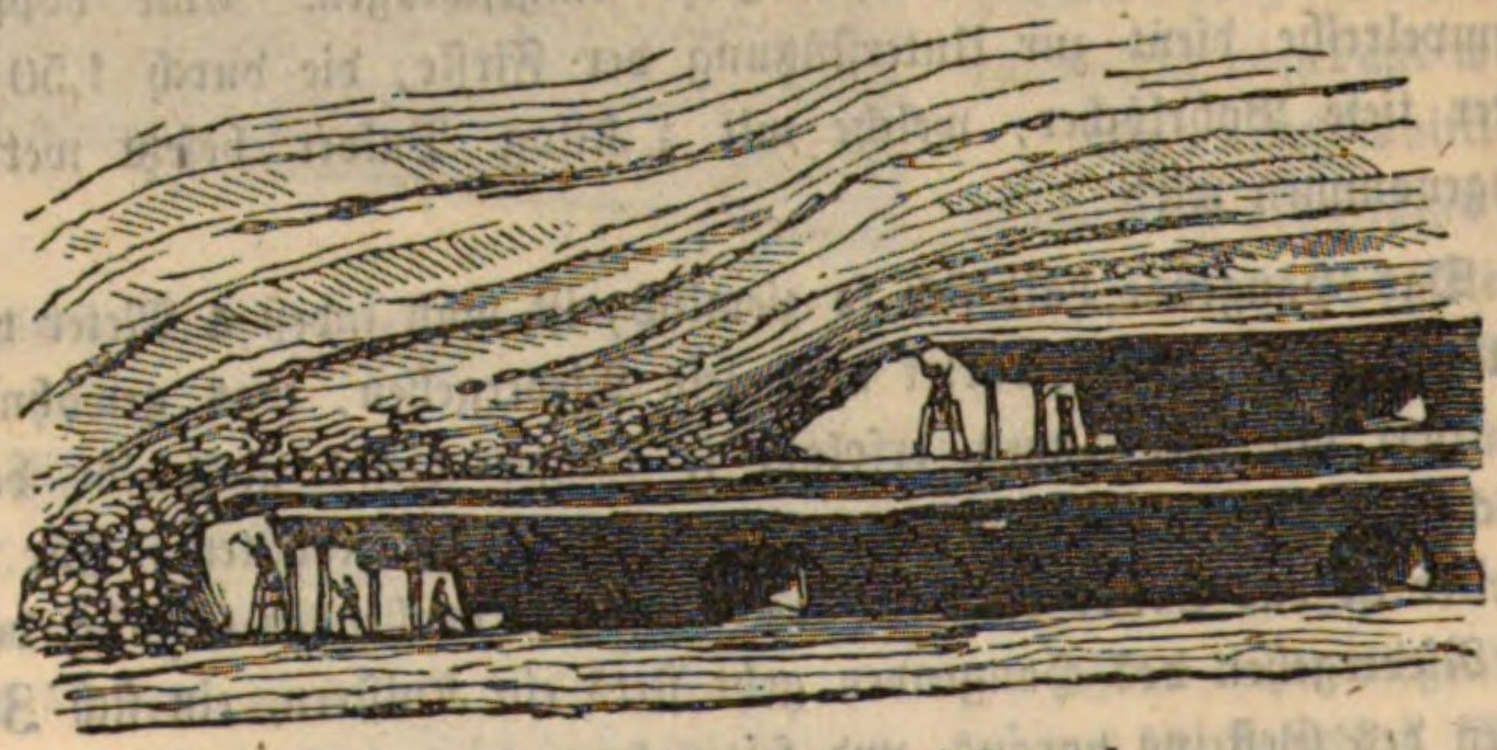
Das Hangende hält sich so ziemlich; ist man indeß 4 Meter vorwärts gegangen, so erwartet man sein Niedergehen, was gewöhnlich nach zwei bis drei Tagen erfolgt; je länger dieses ausbleibt desto vorsichtiger muß man sein, um jeden Unfall zu verhüten. Für die Arbeiter ist das Gehör die beste Warnung der drohenden Gefahr, denn dem Niedergehen des Hangenden geht stets ein Knistern, ein sich Zerspalten des Gesteins voraus, und selten kommt es, daß die Firste ohne vorheriges Anzeichen einstürzt.

Ein Pfeiler von 12 Meter auf 25 Meter kann während funfzig bis sechzig Tage vier Häuer beschäftigen, die täglich 50 hectol. Kohle

gewinnen, die Stempel schlagen und das Fördergestänge nachführen, wie dies auf Fig. 78. näher angegeben ist.

Nach erfolgtem Abbau des ganzen Pfeilers werden starke Mauern an dem Querschlage aufgeführt, um das Fortsetzen des Bruches vom Hangenden zu verhindern; da man nun den zweiten Pfeiler gleich dem ersten gewinnen will. Nach und nach werden in dieser Weise alle über einer Grundstrecke oder Hauptförderstrecke belegenen Pfeiler abgebaut, und dann sondert man das so abgebaute Feld durch mit Letten luftdicht verschlossene Mauern vollständig ab, um jeden Zutritt der Luft zu dem in dem alten Manne verbliebenen Kohlenklein, und somit Entzündungen zu verhüten, die sehr leicht gefährlich werden können. In solcher Art wird die ganze oberste Flötzpartie von 4,50 M. rein gewonnen.

Nachdem man die oberste Etage abgebaut hat, bleibt indeß noch mehr als die Hälfte des Flötzes zu gewinnen übrig. Um dieselbe nun zu erhalten, läßt man den Bergversatz der oberen Etage sich zwei Jahre lang erst festsetzen, und betreibt alsdann in der unteren Schicht auf dem Liegenden des Flötzes die nöthigen Vorrichtungsarbeiten, wozu vor Allem eine Grundstrecke und alsdann von 10 zu 10 Meter aufgefahrene Querschläge gehören. Die Vorrichtungsarbeiten gehen indeß mit dem Abbau gleichen Schritt, um die Kohlenmasse nicht zu sehr den schädlichen Einwirkungen der Luft wie des Druckes auszusetzen. Zu diesem Zwecke giebt man auch den Pfeilern die ganze Länge der Querschläge. Die Hauptschwierigkeit besteht aber in dem Rauben der Pfeiler, was sich indeß durch Vorrichtung von Firsten, die eine Tiefe von 4 Meter haben, ziemlich gut ausführen läßt.



[Fig. 79. Pfeilerabbau in zwei Etagen.]

Das Niedergehen der Firste ist in dieser Etage ungleich weniger gefährlich als in den darüber geführten Bauten, da man dasselbe ganz

regieren, d. h. zu bestimmten Momenten nach Willkür bewirken kann. So macht eine genaue Kenntniß der Gebirgsbeschaffenheit, die Regelmäßigkeit eines Grubenbaues, die Gewinnung von Mineralmassen öfters leicht, welche zu Anfang fast unmöglich erschien. Seit zwei Jahren baut man in Blanzy die untere Kohlenschicht trotz der darüber lagernden Berge vollständig ab.

Wenn über den abgebauten Flötzen noch eine Gebirgsschicht von etwa 30 Meter Mächtigkeit ist, so ist der Bruch zwar immer noch über Tage zu merken, aber macht dort eine gleichmäßige sanfte Vertiefung, die nur über dem Punkte, wo das Rauben begonnen, eine tiefere Pinge bildet; der Ackerbau leidet hierdurch keinen Schaden, wohl aber dann, wenn die das Kohlenflötz überlagernde Gebirgsschicht von geringerer Mächtigkeit ist, wo sich tiefe große Pingen und Höhlungen über Tage bilden, die eine Bebauung des Bodens gänzlich unmöglich machen.

Eine der Hauptschwierigkeiten, welche sich bei Anwendung jener Abbaumethoden zeigt, besteht in der Verhütung des Kohlenbrandes, welche man nur durch möglichste Absonderung der einzelnen abgebauten Räume von den anstehenden Pfeilern bewirken kann. Greift indeß der Brand vor einem Orte um sich, so muß dieses sofort verlassen und durch eine Kohlenwand von 3—4 Meter Stärke von den übrigen Räumen abgeschlossen werden. Die mit Lehm umkleideten Mauern gewähren den Vorzug, daß die hinzutretenden Wasser den Lehm theilweise mit fortnehmen, und so alle Ritzen und Spalten verstopfen und hermetisch verschließen.

Die practische Ausführung der eben besprochenen Abbaumethoden richtet sich in den Details nach der Beschaffenheit des Gesteins. In Blanzy, von wo wir eben das Beispiel zur Erklärung nahmen, bildet das Hangende des Flötzes ein festes und haltbares Gestein, man muß das Niedergehen der Firste nur an einzelnen Stellen, wo dieselbe brüchig ist, durch aufgeführte Bergmauern leiten und resp. verhindern. In Saarbrücken und Rive-de-Gier hingegen ist das Hangende weniger fest, aber viel geschmeidiger, im Ganzen haltbarer, weshalb man hier die Mauern gar nicht nöthig hat, und nachdem man wie gewöhnlich 2,50 M. von der Kohle fortgenommen, die Firstenkohle nieder gehen lassen kann, ohne daß man deshalb den Bruch des Hangenden zu gleicher Zeit zu befürchten hat.

Mitunter baut man sehr mächtige Flötze durch 6—7 Meter hohe Strecken ab, in denen 3 Strossen zur Gewinnung der Kohle vorgerichtet werden. Fast unmöglich bleibt es aber bei einer solchen Abbau-

art die stehen gebliebenen Pfeiler noch zu gewinnen; und wenn dies selbst noch anginge, so würde deren Kohle durch den großen Druck des Hangenden in ihrer Beschaffenheit dennoch sehr gelitten haben.

Einzelne Kohlenflötze haben bisweilen ein so starkes Fallen, oder thun sich an einzelnen Stellen bis auf 40 und 60 Meter auf, so daß sie eher wie große Lager oder Stockwerke als wie Flötze angesehen werden können. Etwas dergleichen bieten die Flötze von Creuzot und Montchanin dar, die um so schwieriger abzubauen sind, als in ihnen die Kohle gewöhnlich zertrümmerter, und deshalb minder fest als in den weniger mächtigen Flötzen vorkommt.

Zuerst bediente man sich bei dem Abbau dieser Flötze der Strecken- und Pfeilerbaue. Die Etagen hatte man durch Bergfesten von 3 Met. Kohle abgesondert; die Abbaustrecken besaßen 2 Meter Höhe auf 2,50 M. Breite, die Pfeiler waren quadratisch und erhielten eine Länge von 4 Meter. Durch Anwendung dieser Methode blieben aber drei Viertel der Kohle in der Grube, und deshalb mußte man von einem solchen Verfahren abstehen und zu einem Pfeilerbau mit Bergversatz seine Zuflucht nehmen. Man ging hier mit dem Abbau von unten nach oben, d. h. nachdem man in einer Etage die sich kreuzenden Abbaustrecken vorgerichtet hatte, so wurden dieselben durch Bergarten ausgefüllt, die man von Tage aus in die Grube geschafft hatte. Hierauf kam die zweite Etage in Angriff ꝛc. ꝛc., und auf diese Weise konnte man ungefähr die Hälfte der anstehenden Kohlen gewinnen, während die andere Hälfte in den Pfeilern der Grube verblieb. Wenn man indeß von außen so viel Berge mit Vortheil in die Gruben schaffen konnte, um damit die abgebauten Strecken zu versetzen, so schien es eben nicht unmöglich, auch noch das Bergquantum herbeizuschaffen, was erforderlich wäre, wenn man auch die Pfeiler selbst abbaute. Und in der That versuchte man dies auch, und erreichte so durch eine Art von Querbau vollständig seinen Zweck.

Von einer Grundstrecke aus werden Querschläge von 1,50—2 Meter Breite getrieben, die man mit Bergen versetzt, und hierauf daneben neue Querschläge aufführt, so daß man endlich eine ganze 2 Meter hohe Etage abgebaut und mit Bergen versetzt hat. Die Verwirklichung eines solchen Systems ist jetzt nur möglich geworden, wo die Eisenbahnen der Grube den Transport um Vieles leichter gemacht und billiger gestellt haben.

Zu dem Versetzen der abgebauten Räume bedient man sich der über Tage gewonnenen lettigen Erde, die durch einen besonderen Schacht oder eine Abtheilung des großen Förderschachtes in die Grube geworfen

und von da nach den einzelnen Punkten transportirt wird. So viel Sorge man auch auf das Feststampfen der lettigen Massen in den abgebauten Strecken verwenden mag, so kann man es dennoch nicht verhüten, daß sie sich durch den Druck der darüber lagernden Kohlen zusammenpressen lasse, und daß eine 2 Meter starke Schicht öfters nach einiger Zeit bis auf 1 Meter reducirt werde. Es ist klar, daß durch einen solchen Druck die Kohle, welche ihn ausübt, selbst leiden und zertrümmert werden muß, so daß es vielleicht vortheilhafter erscheint, den Abbau statt von unten nach oben lieber von oben nach unten zu führen und den Bergversatz eher niedergehen zu lassen. Der Betrieb in Blanzy zeigt, wie bei der festen Kohle in den Strecken der darüber liegende Bergversatz nicht eher nach unten zu Bruche geht, bis nicht mehr als 0,25—0,30 M. Firstenkohle vorhanden ist, und wie man deshalb das Zubruchegehen nach Gefallen hervorbringen kann, ohne dabei sehr viel Kohle zu verlieren. Man konnte in dieser Weise leicht 3—4 Meter hohe Etagen abbauen, und zu dem Rauben der Pfeiler eine verhältnißmäßige Kohlenschicht in der Firste stehen lassen.

Im Ganzen geht indeß hervor, daß jene gewaltigen, staunenerregenden Kohlenmassen sehr schwierig zu gewinnen sind, und rücksichtlich ihres Abbaues bei weitem unter den Flötzen von einigen Metern Mächtigkeit stehen.

Im Allgemeinen darf über den Abbau der sämmtlichen Kohlenflötze bemerkt werden, wie kein zu großes Feld auf ein Mal vorgerichtet werden muß, weil dadurch die Kohle lange Zeit und unnützerweise dem schädlichen Einflusse der Luft ausgesetzt bleibt. Die Kohle selbst verändert sich, der Schwefelkies wird zersetzt und in Eisenoxydhydrat umgewandelt, wodurch die Kohle eine rostige Farbe erhält, was deren Preis vermindert; der Schiefer endlich zersetzt sich gleichfalls, zerfällt und macht das Ausklauben desselben um Vieles schwieriger. Es müssen also die Vorrichtungsarbeiten mit dem Abbau in einem gewissen Verhältniß stehen.

Unter allen nutzbaren Mineralien gewährt die Gewinnung der Kohle ohne Frage die größten Schwierigkeiten. Sie muß in großen Mengen auf ein Mal gewonnen werden; ihr Werth ist, wenn auch auf der Halde unbedeutend, dennoch immer so groß, daß man so wenig als möglich hiervon verlieren, und in den abgebauten Grubenräumen lassen kann, wo sie auf ewig verloren wäre; Grubenwasser und schädliche Gasarten füllen endlich bisweilen große und weite Räume an, so daß es aller Hilfsquellen der Wissenschaft und Kunst bedarf, um den Bau einzelner Lager zu ermöglichen, der ohne jene speziellen Hilfs-

mittel, ohne die vervollkommnetere Wetter- und Wasserhaltung, ohne die Dampfmaschinen niemals hätte vor sich gehen können.

Je mehr Fläche unter Tage aufgefahren wird, desto größer werden die Schwierigkeiten, und der Ingenieur muß zu stets bedeutenderen Hilfsmitteln seine Zuflucht nehmen; so daß die Wichtigkeit der angewandten Kräfte zu der Bedeutung des Grubenbaues stets in einem gewissen Verhältniß bleibt. Das liegt in der Hand des Ingenieurs, das hängt von seiner Kenntniß und Umsicht ab. Aber bei einem Grubenbetriebe kommen öfters auch plötzliche Unfälle vor, denen man trotz aller nur möglichen Umsicht nicht vorbeugen kann, und die alsdann mit um so zerstörender Gewalt auftreten, und aller Kunst Trotz bieten. Zu den gefährlichsten von derartigen Unfällen gehört ohne Frage das plötzliche Anfahren von großen Wasser- und Gasmengen, die sich in dem alten Manne anhäuften, dessen Lage seit langen Zeiten nicht mehr gekannt ist, und darum an diesem oder jenem Platze nicht vermuthet wurde. Ein Hieb mit der Keilhaue, ein Schuß kann öfters eine ganze Grube unter Wasser setzen oder mit schädlichen Gasen anfüllen, kann die Gefahr herbeirufen, die in dem Augenblicke nicht mehr zu bekämpfen ist.

Um nun dergleichen Ereignisse möglichst vorzubeugen, schickt man bei den Ortsbetrieben, wo nur irgend eine Gefahr zu vermuthen, ein Bohrloch zur Untersuchung voraus, wodurch man vor der Gefahr wenigstens einigermaßen gewarnt wird.

Gewinnung des Steinsalzes.

Bei der Gewinnung des Steinsalzes müssen folgende Verhälnisse in Betracht gezogen werden: 1) entweder ist das Lager so regelmäßig und rein, daß es selbst ganz abgebaut werden kann, oder es findet sich das Steinsalz mit Thon vermengt in dem sogenannten Salzthon, und kann alsdann auf die gewöhnliche bergmännische Weise nicht gewonnen werden; 2) sind die Salzlager mit Thon- oder Kalkschichten geschichtet, welche letztere in der Regel sehr wasserhaltig sind.

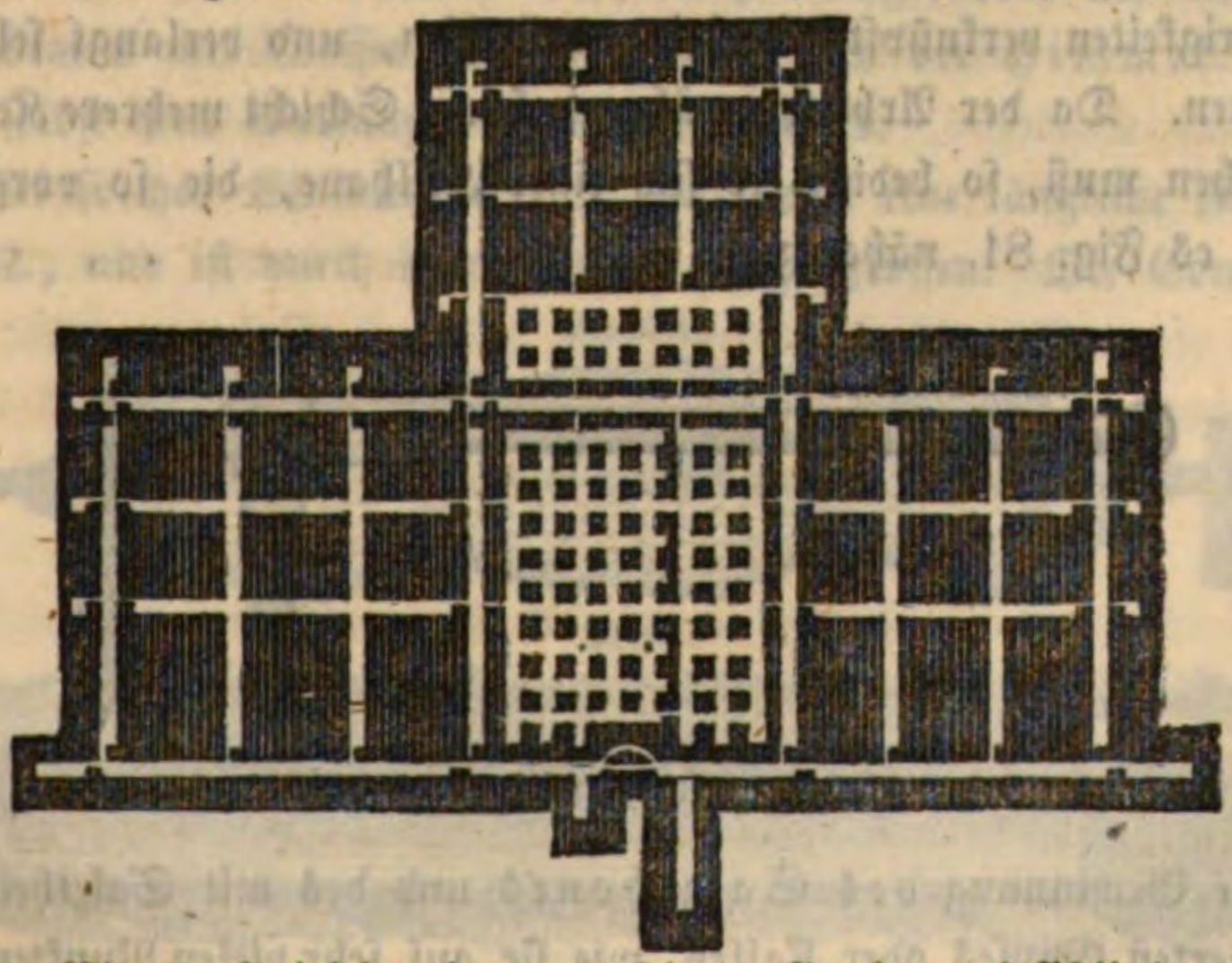
Bei einer directen Gewinnung des Steinsalzes muß man an der Firste eine Salzlage stehen lassen, um die Thonschicht nicht bloß zu legen, die bei dem Hinzutreten der Luft sehr leicht zersetzt werden würde; ferner müssen die abgebauten Räume durch Steinsalzpfeiler selbst unterstützt bleiben, um jede Erschütterung des Gebirges zu vermeiden, wodurch die oberen Wasser in ihrem Laufe verändert und in die tieferen Grubenräume geführt werden könnten; endlich dürfen die

Abbauörter nur von einander abgesondert betrieben werden, um im Falle eines Wasserdurchbruchs die ganze Grube nicht zu gefährden.

All' diese Bedingungen werden am Besten durch den Strecken- und Pfeilerbau erfüllt. Das Steinsalz eignet sich an sich wegen seiner festen Beschaffenheit auch am Besten hierzu, und so gewinnt man es in Wieliczka, Norwich und in den Salzgruben des östlichen Frankreichs. Die Gruben von Vic und Dieuze (Meurthe), deren Lager wir oben (drittes Capitel) beschrieben haben, können uns hier als bestes Beispiel einer bergmännischen Salzgewinnung dienen, denn wohl nirgend hatte man bei ähnlichen Bauten mit so viel Schwierigkeiten zu kämpfen.

Das 5 Meter mächtige Lager dehnt sich in dem ganzen Arrondissement von Chateau Salins aus, und wurde zuerst bei Vic auf eine sehr energische Weise angegriffen, mußte indeß wegen der eindringenden Wasser bald verlassen werden. Bei Dieuze gelangte man zu einem glücklicheren Erfolge, und vermochte in dem Steinsalze eine 6 Meter weite und 4 Meter hohe Grundstrecke aufzufahren, wo das Salz in 2 Strossen gewonnen wurde. Die Firste führte man gewölbeartig zu und ließ zur größeren Sicherheit 1 Meter Salzmasse stehen.

Von dieser Strecke aus ward nun der übrige Bau vorgerichtet. Die ersten Pfeiler sind quadratisch, und haben 90 Meter Seitenlänge, die Strecken besitzen dieselben Dimensionen wie die Grundstrecken. An jeder Ecke des Pfeilers läßt man indeß die Salzmasse auf 7 Meter Länge 3,50 M. weit vorspringen, so daß die Abbaustrecken an diesen Stellen nur 1,50 M. breit sind. Man thut dies, um im Falle der Noth auf leichtere Weise einen Damm schlagen und die Verbreitung der etwa eindringenden Wasser verhindern zu können (Fig. 80.).



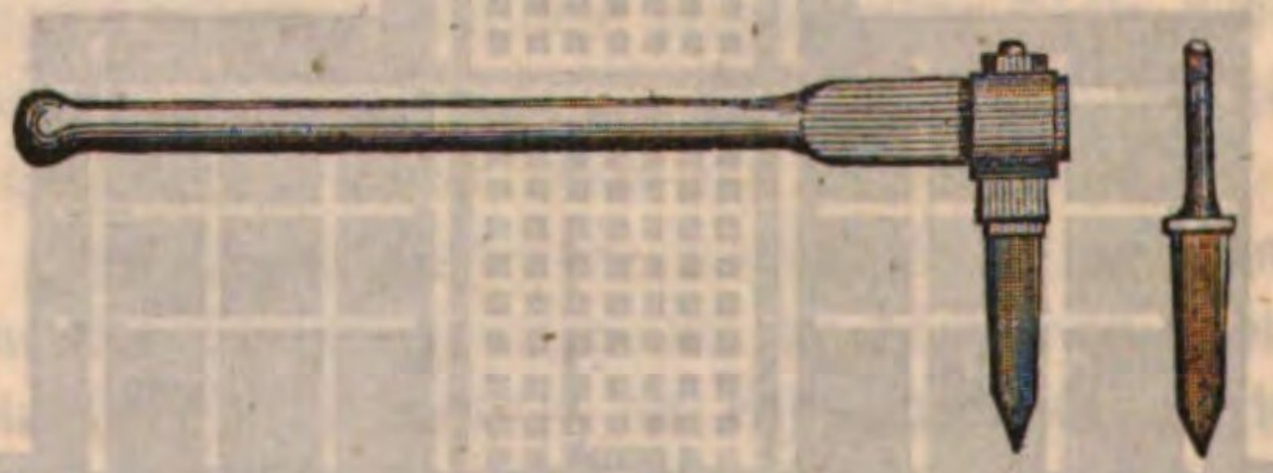
[Fig. 80. Steinsalzgewinnung zu Dieuze. Strecken- und Pfeilerbau.]

Die großen 90 Meter langen und breiten Pfeiler werden aufs Neue in neyn kleinere 26 Meter lange quadratische Pfeiler durch gleich breite Strecken getheilt, und hierbei an den äußern Winkeln der Pfeiler, wie dies aus Fig. 80. zu ersehen ist, die vorspringenden Stellen gelassen. Endlich durchkreuzt man die letzten Pfeiler von Neuem durch Strecken, so daß, mit Ausnahme der Absonderungswände und der zur Unterstützung des Hangenden stehenbleibenden 5 Meter langen und breiten kleinen Pfeiler, die ganze Steinsalzmasse gewonnen wird, und ein so vorgerichtetes Feld, wie es auf nebenstehender Figur zu ersehen, als gänzlich abgebaut anzusehen ist.

Aus dieser kurzen Beschreibung ergiebt sich, wie der angeführte Abbau mit den englischen Pannelworks einige Aehnlichkeit hat. Zwei Drittel der ganzen Masse können auf diese Weise gewonnen werden, alle Abbauörter sind von einander isolirt, so daß die ganze Grube so wenig wie möglich gefährdet wird. Die eigentliche Gewinnerarbeit ist mit geringen Kosten verknüpft und geschieht stets durch Strossen (gradins droits).

Die großen unförmlichen Salzlagerstätten werden auf ähnliche Art, wenn auch, da man nicht dieselben Unfälle zu befürchten hat, nicht mit so großer Vorsicht abgebaut. Zwischen den einzelnen Stockwerken bleiben 3—5 Meter starke Bergfesten, zu denen man in der Regel die unreineren Partien in dem Salzlager auswählt. Das sind jene großen Weitungen, wodurch einzelne Salzgruben so berühmt geworden sind, wo Lager von mehr als 300 Meter Mächtigkeit wie zu Wieliczka abgebaut werden.

Die Häuerarbeit ist bei der Steinsalzgewinnung mit größeren Schwierigkeiten verknüpft als bei den Kohlen, und verlangt sehr spitze Keilhauen. Da der Arbeiter während seiner Schicht mehrere Keilhauen gebrauchen muß, so bedient er sich einer Keilhaue, die so vorgerichtet ist, wie es Fig. 81. näher zeigt.



[Fig. 81. Keilhaue für's Steinsalz.]

Die Gewinnung des Salzthones und des mit Salztheilen geschwängerten Gypses oder Kalkes, wie sie auf sehr vielen Punkten statt-

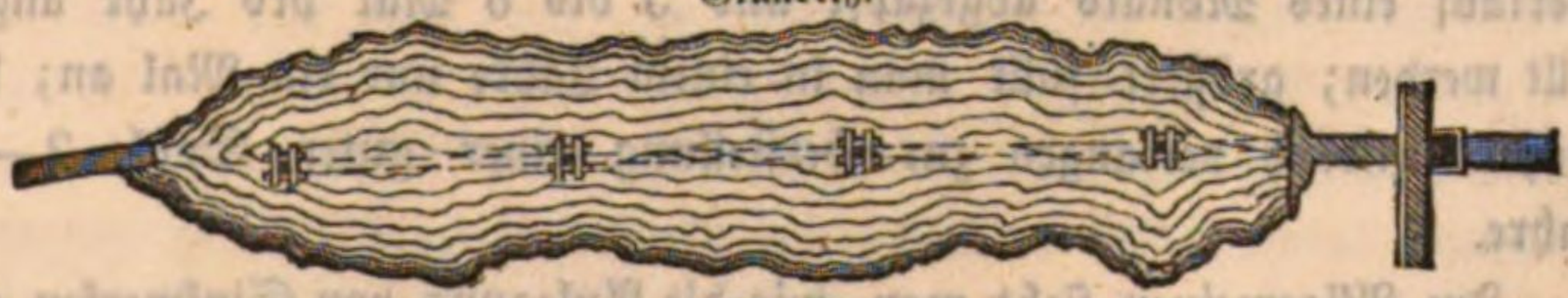
findet, würde ohne allen Gewinnst geschehen müssen, wenn man genöthigt wäre, die salzhaltigen Massen selbst zu Tage zu schaffen. Der einfachste Weg, welchen man deshalb hier einzuschlagen hat, besteht darin, Gruben oder Tagewasser auf die Salzlager zu leiten, sich damit anschwängern zu lassen, und alsdann hinaus zu schaffen. Eine andere Absonderung der Salztheile von den tauben Massen ist nicht möglich.

Durch ein solches Verfahren werden die Fördermassen verringert, aber nichts destoweniger ist man genöthigt, bis auf die Lager selbst nieder zu gehen, dort Weitungen vorzurichten und so einen Platz zu gewinnen, wo die salzhaltigen Massen einer langen und dauernden Wirkung der Anschwängerungswasser ausgesetzt bleiben können, was um so mehr erforderlich ist, da das Steinsalz in compaktem oder krystallinischem Zustand nur schwer löslich genannt werden kann.

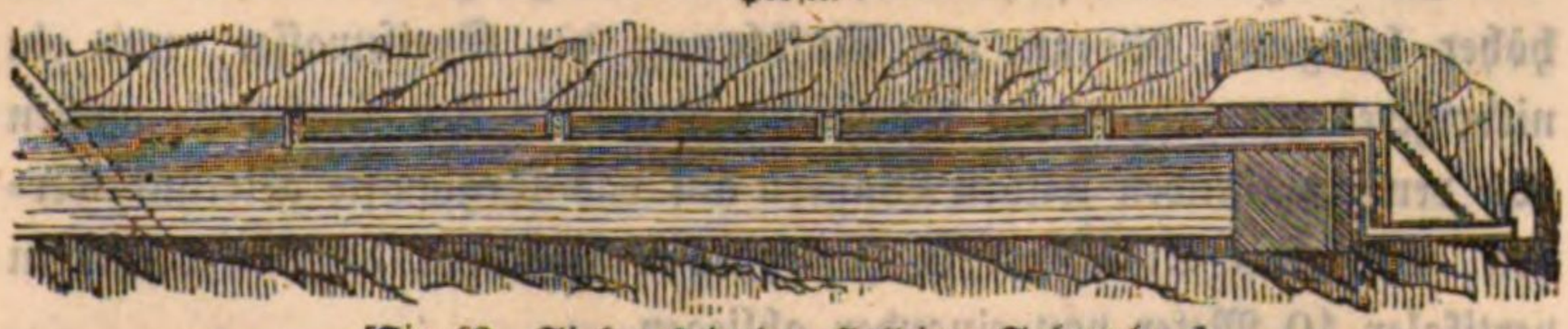
Die Halleiner Gruben im Salzburgischen bieten ein treffliches Beispiel dieser Gewinnungsart dar. Das Salzgebirge bildet dort über Tage eine Menge von Hügeln, durch welche eine Untersuchungsstrecke getrieben wird, und von wo aus unter einem schiefen Winkel Strecken in das Gebirge geführt werden. Auf den Punkten, deren Salzreichthum bekannt worden ist, und welche für den Betrieb noch sonstige Vortheile darbieten, werden sogenannte Sinkwerke oder weite Räume angelegt, die als Auslaugekammern dienen sollen. Als Speisungswasser bedient man sich der von oben hinabdringenden Wasser, und umgiebt dieselben mit einem Damm von ungefähr 0,60 Meter Höhe; das Wasser greift die Stöße an, und weitet den Raum aus. Die süßen Wasser werden in dem Verhältniß nachgeführt, bis endlich der ganze Raum mit Wasser angefüllt wird, und der Himmel oder die Firste selbst dem Auslaugen unterworfen wird.

Ein solches Sinkwerk hat in der Regel eine längliche Form wie Fig. 82., und ist durch einen Damm eingeschlossen. Die Construction

Grundriß.



Profil.



[Fig. 82. Sinkwerk in den Halleiner Salzgruben.]

dieses Lettendammes gehört zu den wichtigsten Arbeiten; gewöhnlich besteht er aus zwei Reihen Pfählen, die mit Bohlen bekleidet sind, und so eine Art Kasten bilden, in dem der Letten fest eingestampft ist. Die Strecke, wo der Damm vorgerichtet wird, hat 3—4 Meter Länge und nur 1,50 M. Breite. Von ihr aus geht man in rechtem Winkel in die Stöße, und führt nunmehr einen zweiten Damm auf, der die Längenseite des Sinkwerkes einschließen soll. Die Ablaßröhre ist von Holz und vorn durchlöchert; man bringt sie so hoch als möglich an, da das Sinkwerk sich besonders von der Sohle bis zur Firste erweitert, in die Höhe wandert, und hierbei die Sohle bedeutend erhöht. Der aus dem Lettendamm in die Strecke hineinragende Theil der Leitröhre ist mit einem Hahn versehen, um die Sohle abzuzapfen, und entweder zu Tage direkt oder zu den Pumpen führen zu können.

Der Wasserstand in den Sinkwerken wird täglich von einem Steiger untersucht. Die Wasser müssen die Firste berühren, aber nicht darüber hinwegstehen. Das Salz löst sich langsam und die erdigen Theilen fallen auf den Boden des Sinkwerkes, der sich somit, wie bereits erwähnt, fortwährend erhöht, und eine gleichmäßige Erhöhung des Dammes folglich erheischt, so daß die Leitröhre, welche ursprünglich oben angebracht war, sich bald in den unteren Theilen des Sinkwerkes befindet.

Bei einem Gehalte von 25° wird die Sohle abgezapft, das Sinkwerk trocken gemacht, zur Säuberarbeit geschritten und von Neuem gefüllt.

In der Grube von Dürrenberg hat man 33 Sinkwerke vorgerichtet, die zusammen 20000 □ Meter fassen. Die Dauer der Sättigungsperiode ist sehr ungleich und richtet sich nicht allein nach dem Salzgehalte des Gebirges, sondern auch nach dem Verhältniß der bloßgelegten Salzschichten, der Wände des Sinkwerkes zu dem Cubikinhalte und zu der Wassermenge. Kleine Sinkwerke können mitunter nach Verlauf eines Monats abgezapft und 5 bis 6 Mal pro Jahr angefüllt werden; größere füllt man in einem Jahre nur ein Mal an; die größten endlich verlangen zur Herstellung einer guten Sohle 2—3 Jahre.

Im Allgemeinen sieht man, wie die Anlegung von Sinkwerken ein höher belegenes Niveau zur Einführung der Speisewasser, und ein niedrigeres zur Abzapfung der Sohle verlangt. Die Sinkwerke müssen von den einfallenden wilden Wassern auf das sorgsamste getrennt werden, und zwei Sinkwerke in horizontaler Richtung 30 Meter und in vertikaler 10 Meter von einander abliegen.

Bei Bex im Waadtlande baut man auf einem mit Steinsalztheilchen durchdrungenen Kalke, der sich natürlich nicht wie der Salzthon so leicht zersetzen läßt, deshalb durch Häuerarbeit gewonnen, und in einzelnen Stücken an solchen Stellen in der Grube angehäuft werden muß, wo die Anlage einer Auslaugekammer möglich ist. Das ist ein gemischtes Verfahren, welches aus dem direkten Abbau und dem Sinkwerksbetriebe zusammengesetzt wird.

In dem Salzgebirge kann man indeß bei Gewinnung des Salzes noch auf eine andere Weise verfahren. Künstliche Räume oder natürliche Spalten füllen sich mit süßen Wassern aus, die sich dort mit Salztheilchen anschwängern, und in auf jene Höhlungen niedergebrachten Bohrlöchern durch kupferne Pumpen, welche bis auf das Niveau der Sohle hinabreichen, herausgeschafft werden können. Auf solche Weise verfährt man in Schwaben, und so könnten die Salzmassen, welche in Steinsalzgruben in Gestalt von Pfeilern stehen bleiben, auch durch Auslaugung gewonnen werden.

Neuntes Capitel.

Grubenzimmerung und Mauerung.

Stehen die Grubenräume in festem Gestein, das zugleich der Zersetzung durch das Wasser, wie dem mechanischen Drucke Widerstand leistet, so bedürfen sie keiner weiteren Unterstützung und man braucht die freie Firste nur durch einzelne stehen gelassene Pfeiler oder durch Bergmauern zu halten, deren Vorrichtung in dem Capitel über den Abbau genugsam angedeutet worden. Meistentheils ist indeß das Gestein in den Gruben zerklüftet, und spaltet sich um so mehr, wenn es ein Mal angehauen wurde. Kommt das Wasser oder die feuchte Luft hinzu, so dehnt es sich und zieht sich aus einander, so daß man zur Unterstützung der Räume besonderer Mittel bedarf, wenn man nicht befürchten will, daß dieselben zusammenstürzen, oder sich deren Stöße wenigstens durch den Seitendruck und die Anschwellung des Gesteins verziehen. Daher sind auch die meisten alten Grubenräume nunmehr niedergegangen und haben sich selbst verschüttet. Bei dem Betriebe muß man indeß nicht so lange warten, bis sich die Wirkungen der angedeuteten Kräfte zu äußern anfangen, sondern man muß denselben zuvorkommen.

In der Praxis kennt man so ziemlich alle die Gesteinsarten, in denen die geöffneten Räume einer speciellen Unterstützung bedürfen, die entweder durch Zimmerung oder Mauerung, je nach der mineralogischen Beschaffenheit des Gesteins und localen Umständen, gegeben wird.

Das Holz leistet in der Grube selten einen absoluten Widerstand, d. h. man wendet es selten so an, daß an beiden Enden des Holzstammes eine Kraft wirkt, die denselben durch Ausdehnung der Fasern zu zerreißen strebt. Die einzige Ausnahme hiervon ist vielleicht

die Anwendung des Holzes als Gestänge zu den Schachtpumpen. Bei den gewöhnlichen Gewinnungen kommt der relative Widerstand des Holzes in Anspruch, d. h. hier sind die Enden des Holzstammes fest und einem Drucke in der Mitte des Stammes ausgesetzt, der das Holzstück zu biegen strebt. Der negativ absolute Widerstand äußert sich nur dann, wenn die Länge der angewandten Holzstücke weniger als das fünf- bis sechsfache des Durchmessers beträgt, sonst kann das Holz nur gebogen werden, d. h. der absolut negative Widerstand geht in den relativen Widerstand über, der freilich von geringerer Kraft ist.

Wohl sehr selten vermag man die Größe des Druckes in den Gruben genau zu bestimmen, und nur erst durch Versuche, durch längere praktische Erfahrung gelangt man dahin, die ungefähre Stärke des Widerstandes, den man zu geben nöthig hat, zu ermessen. Da man aber in solchen Grubenräumen namentlich, die auf längere Zeit offen erhalten werden sollen, selbst eine Biegung des Holzes vermeiden soll, so giebt man den einzelnen Theilen der Zimmerung stets eine viel größere Stärke als vielleicht unbedingt erforderlich, wobei noch darauf gerechnet wird, daß während ein Theil der Zimmerung durch den Druck, Faulen des Holzes ꝛc. mit jedem Tage schwächer wird, der andere unterdeß diese Last zu tragen hat, und darum verhältnißmäßig stärker sein muß. Daher kommt es denn auch, daß bei der Auswahl des Grubenholzes und Anbringen der Zimmerung nur practische Regeln vorwalten und die Gesetze der Theorie zurück treten müssen.

Das Holz besteht bekanntlich aus über einander gelagerten concentrischen Ringen, von denen der innere jedesmal fester als der äußere, und besonders der Splind ist, welcher unter der Rinde sitzt, den man indeß durch Abschälen des Baumes auf dem Stamme einige Monate vor dem Fällen consistenter machen kann. Alles Grubenholz muß vor seinem Gebrauche abgeborkt werden, da sonst dasselbe ungleich eher fault. Das Holz muß man ferner so viel als möglich in runden Stämmen anwenden. Das jüngere Holz ist besser als das minder feste ältere, welches von der Feuchtigkeit leichter durchzogen wird und verfault. Man hat in neuerer Zeit verschiedene Schutzmittel gegen die Fäulniß des Holzes angegeben; man tränkt z. B. die Stämme mit holzsaurem Eisenoxyd oder anderen Flüssigkeiten, indem man an der Basis des Stammes Einschnitte macht. So weit uns bekannt, hat man indeß von dem angeführten Verfahren gerade bei dem Grubenholze noch keine Anwendung gemacht, was indeß bei der großen Einfachheit des Mittels und seiner bewiesenen Wirksamkeit in den Gruben-

revieren namentlich von besonderem Interesse wäre, wo viel Zimmerung vorgerichtet werden muß, wie dies in den belgischen und nordfranzösischen Steinkohlengruben der Fall ist.

Das festeste Holz liefert die Eiche und die Rothtanne (sapin rouge) nach ihnen kommt die Buche, Fichte (pin) und die Tanne (sapin blanc).

Um das Wasser zu verhindern, in das Fasergewebe des Holzes einzudringen, muß man in das letztere so wenig Einschnitte wie möglich machen, und die, welche man zu machen gezwungen ist, müssen sich unter einander decken; auch wird dasselbe durch einen heißen Theeranstrich recht gut conservirt. Die Sägeschnitte machen die Oberfläche rauh und schwammig, halten deshalb vorzugsweise das Wasser zurück, und stehen darum der Bearbeitung des Holzes mit der Art oder dem Stemmeisen um Vieles nach. Ein Ausweg, den man bei Anwendung der Säge selbst noch wählen könnte, wäre die nachherige Beschneidung mit irgend einem schneidenden Instrumente.

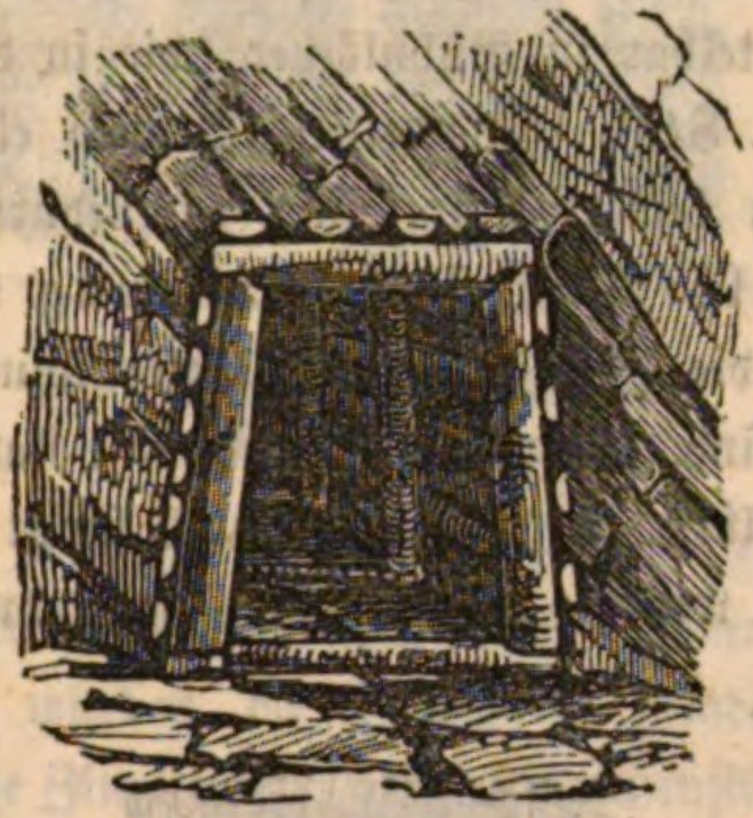
Zu diesen allgemeinen Bedingungen muß nur noch hinzugefügt werden: 1) die einzelnen Theile der Zimmerung, die Länge der Holzstücke muß so gering wie möglich sein; 2) die Theile der Zimmerung müssen unter einander aufs genaueste verbunden sein, um so in einer Spannung erhalten zu werden; 3) der Druck darf nicht auf einem einzigen Punkte lasten, sondern er muß so viel als möglich auf die ganze Länge des Holzstückes vertheilt werden; 4) bei gespaltenem Holz wendet man immer die gespaltene Seite nach dem Stoß oder der Firste. Endlich muß man 5) bei dem Holze ganz besonders einen Wechsel von Trockniß und Feuchtigkeit verhüten, wodurch es sehr rasch zerstört wird. Es hält übrigens nicht schwer, die Zimmerung entweder ganz trocken oder ganz naß zu halten.

Strecken- und Ortszimmerung.

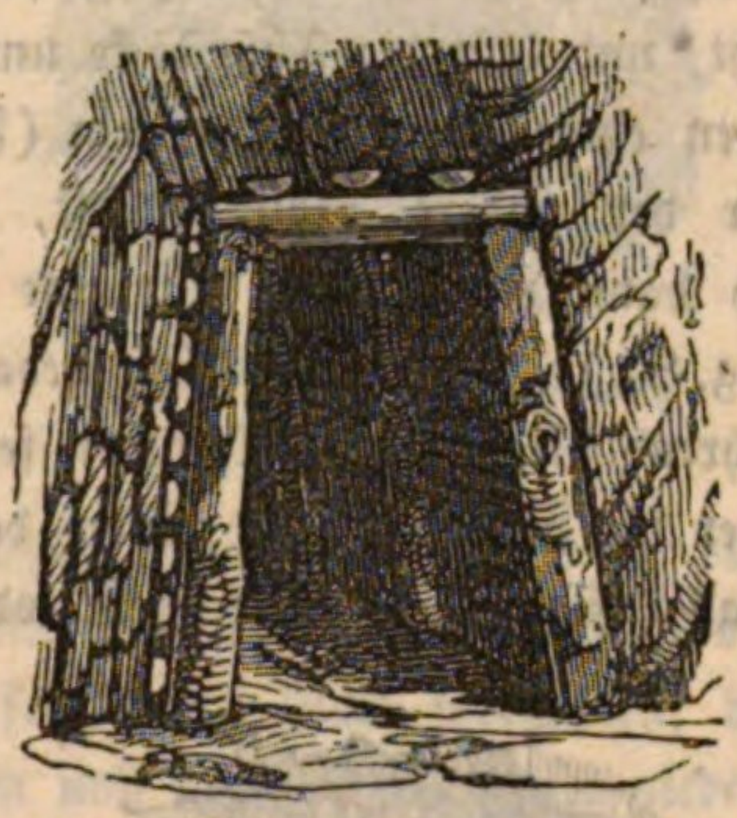
Man kann entweder eine Strecke, einen Abbauort oder einen Schacht durch Zimmerung oder Mauerung zu unterstützen haben, abgesehen davon, daß man bei einer Zimmerung den speciellen Zweck einer Zurückhaltung (Verdämmung) der Wasser beabsichtigt. Wir werden diese einzelnen Fälle hinter einander beleuchten.

Beim Streckenbetriebe kann man selbst in minder festem Gestein gewöhnlich 1 Meter ohne Zimmerung vorwärts gehen, und dann dieselbe nach Bequemlichkeit nachbringen. Nehmen wir zuerst an, daß alle vier Seiten einer Strecke, die Sohle, das Dach und die beiden Stöße einer Zimmerung bedürfen, so müßte man eine ganze Thür-

stockzimmerung mit Verpfählung vorrichten. Dieselbe besteht nun aus einer Kappe, die an der Firste eingebracht ist, zwei Thürstöcken, welche gewöhnlich etwas geneigt sind, um die Kappe besser zu unterstützen, und einer Schwelle, die auf der Sohle liegt, und auf welcher die beiden Thürstöcke stehen (Fig. 83.).



[Fig. 83. Ganze Thürstockzimmerung.]



[Fig. 84. Thürstockzimmerung ohne Schwelle.]

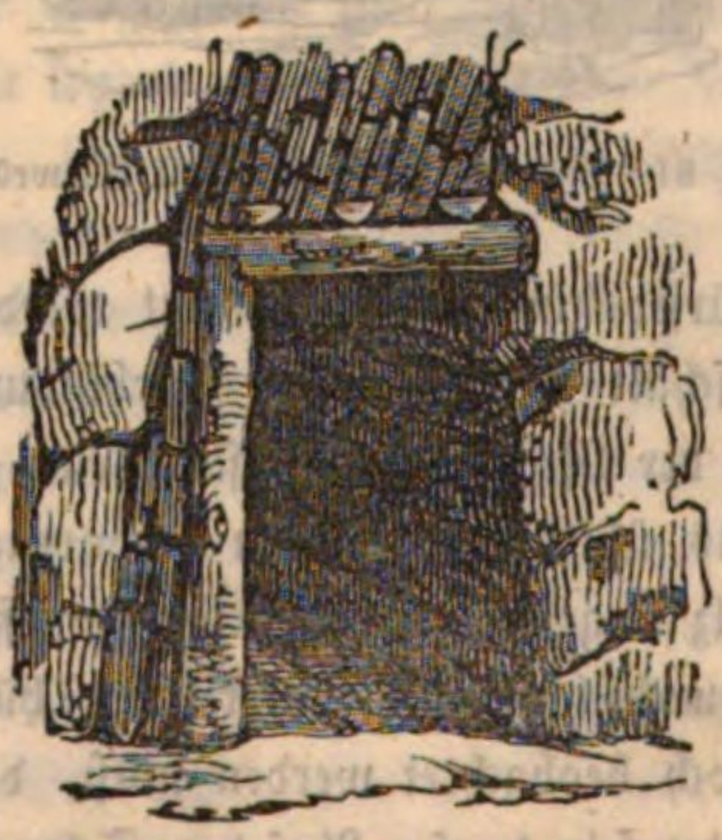
Alles Grubenholz, was zur Thürstockzimmerung benutzt werden soll, muß wie bereits bemerkt, abgeschält werden. Die Verbindung von Thürstock und Kappe geschieht in der Regel so, daß sich beide an ihren Enden genau bedecken, und keins über dem andern hervorragt. Die Kappe wird aus dem stärksten Holz angefertigt, dessen Durchmesser gewöhnlich 0,20 M. ist, während die durchschnittliche Stärke der Thürstöcke 0,16 M. beträgt, bei welchen noch beobachtet werden muß, daß das dickste Ende nur nach oben gerichtet sein darf. Auf der Schwelle werden die Einschnitte zu den Thürstöcken gemacht, und unter derselben ist die Sohle ein wenig weggeräumt, damit das Holz nur mit seinen Enden aufliegt.

Die Entfernung der Thürstöcke von einander hängt von dem größeren oder geringeren Drucke ab, und variirt gewöhnlich von 0,65 bis 1,33 M. Um nun die zwischen den Thürstöcken liegenden nicht unterstützten Theile der Strecke gleichfalls zu halten, werden hinter die Thürstöcke und über die Kappen Pfähle eingetrieben, die gemeinhin aus gespaltenem Holze bestehen, dessen innere Seite gegen das Gestein gebracht wird.

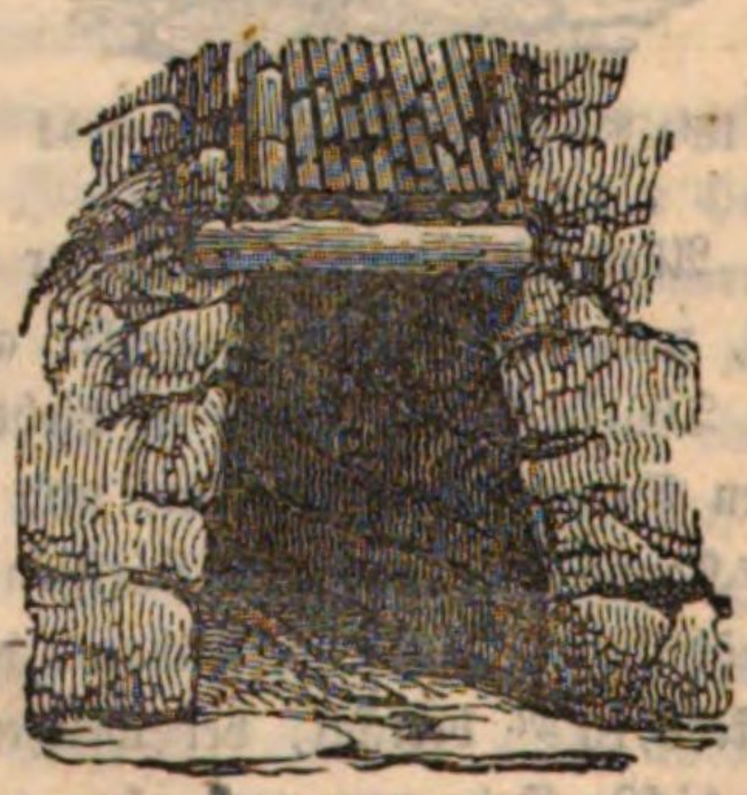
Die Pfähle müssen wenigstens von Thürstock zu Thürstock reichen, um so die dazwischen liegenden Theile unterstützen zu können. Bleibt zwischen den Thürstöcken oder Kappen und dem Gestein ein leerer Raum, so muß dieser sorgfältig verkeilt werden, um die ganze Zimme-

rung in Spannung zu bringen und dadurch die Verrückung einzelner Theile derselben und die Erleidung eines ungleichen Druckes, wodurch in der Regel die Brüche der Zimmerung entstehen, so viel als möglich zu vermeiden.

Es ist nicht immer nöthig, eine so vollständige Zimmerung vorzurichten. Ist die Sohle fest, so bedarf man der Schwellen (Stege) nicht, und läßt die Thürstöcke unmittelbar in Bühnlöcher, die in derselben eingehauen werden, ein (Fig. 84.). Bisweilen ist auch einer oder der andere Stoß so fest, um keiner Zimmerung zu bedürfen, und dann richtet man nur eine halbe Thürstockzimmerung vor (Fig. 85.). Mitunter endlich bedarf die Firste allein eine Unterstützung, während die Stöße vollkommen fest sind. Man legt alsdann eine Kappe unter die Firste, bringt hinter derselben die Pfähle an und fängt sie so ab (Fig. 86.). Die mehr oder weniger vollständige Anwendung



[Fig. 85. Halbe Thürstockzimmerung.]

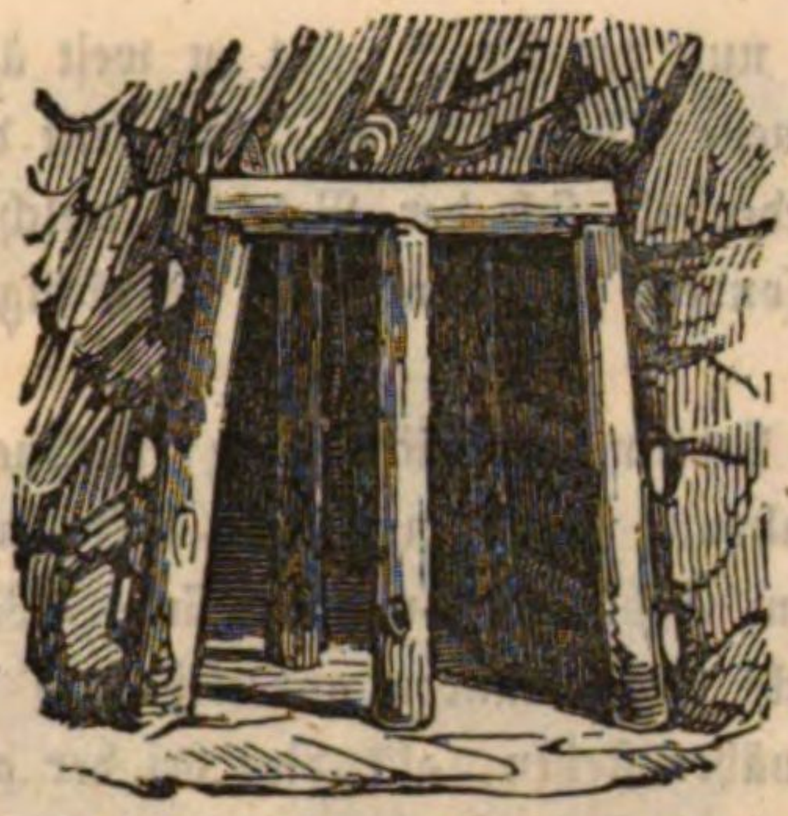


[Fig. 86. Firstenzimmerung.]

der Pfähle richtet sich durchaus nach der Gesteinsbeschaffenheit, und findet besonders da statt, wo das Gestein sehr gebräch ist. Ist die Beschaffenheit des Gebirges fester, so gebraucht man die Pfähle in geringerer Anzahl, und in solchen Fällen endlich gar nicht, wo das Gestein von keinen Spalten durchzogen ist, was freilich immer nicht einen gewissen Druck verhindert, und die Anwendung von Thürstockzimmerung etwa nicht nothwendig machte.

Mitunter verlangt die Weite einer Strecke und die eigenthümliche Beschaffenheit des Gebirgsdruckes auf die Firste oder die Stöße eine besondere Unterstützung der gewöhnlichen Thürstockzimmerung, wie sie auf Fig. 87. u. 88. näher zu ersehen ist.

Von welcher Art die Zimmerung aber auch sein mag, so muß sie doch stets senkrecht auf der Neigung der Strecke stehen, und wird



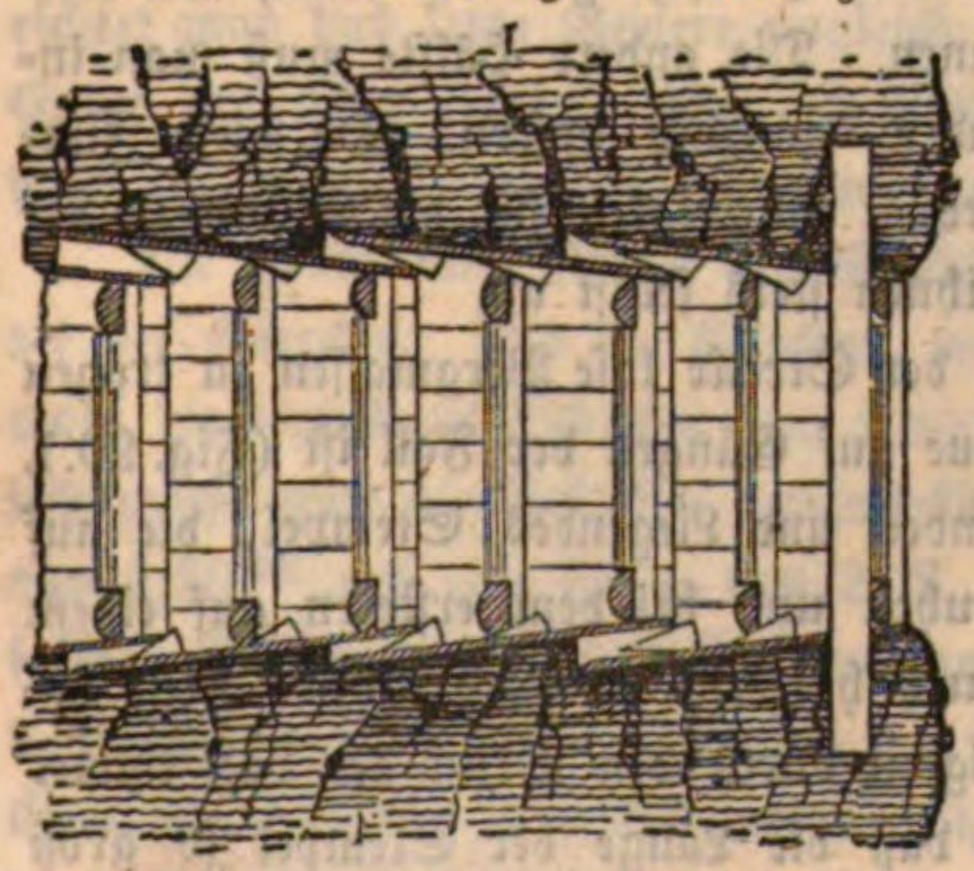
[Fig 87. Unterstützte Zimmerung in weiten Strecken.]

[Fig. 88. Unterstützte Zimmerung bei Seitendruck.]

also bei einer hangenden Strecke gleichfalls geneigt sein, um so dem Firstendruck einen senkrechten Widerstand zu leisten. Ohne diese Vorsicht würden die Thürstöcke minder feststehen, leicht fortgleiten, die ganze Zimmerung also zusammenstürzen und mit ihr die Firste niedergehen. Sobald ein Stück Holz sich zu biegen beginnt, muß es sofort unterstützt oder ausgewechselt werden.

Bei einem Streckenbetriebe im schwimmenden Gebirge muß die Zimmerung vorausgehen, und unmöglich könnte man wie in dem gewöhnlichen Gestein zuerst das Ort treiben, und dann die Zimmerung nachführen, denn von allen Seiten dringt das Gebirge in den geöffneten Raum, und dessen Fortnahme würde bei nicht vorausgeschickter Zimmerung um so gefährlicher sein, als dadurch der geringe Zusammenhang der einzelnen Theile des schwimmenden Gebirges gänzlich aufgehoben werden möchte.

Bei einer derartigen Abtreibezimmerung setzt man zuerst ein Paar Thürstöcke mit der Kappe unter (Fig. 89.), und treibt alsdann flache, ungefähr 1 Met. lange Pfähle in das Gebirge, die dort freilich zu Anfange einen größeren Raum bilden, als man ihn der Strecke zu geben beabsichtigt, bei dem darauf folgenden Betriebe aber drückt das Gebirge auf Firste und Stöße und bringt die Pfähle so in



[Fig. 89.]

ihre normale Stellung. Damit sich nun der Druck nicht zu weit äußere, bringt man rasch ein Paar neue Thürstöcke an, und keilt die ersten Abtreibepfähle fest. So wiederholt sich der Betrieb, welchen man nicht nur in schwimmendem, sondern in jedem stark gebrächigen Gebirge überhaupt anwendet.

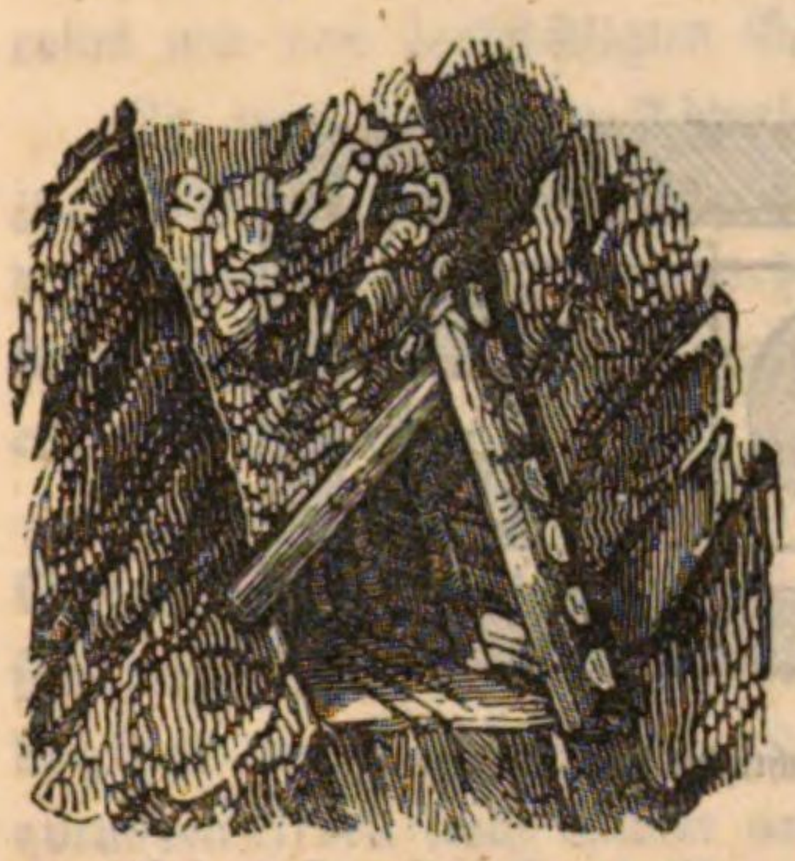
Die Abtreibepfähle müssen von hartem und nicht ganz trockenem Holz sein; durch die practische Erfahrung lernt man sehr bald, wie stark die Pfähle in diesem oder jenem Gebirge zu nehmen sind. Was endlich die Entfernung der Thürstöcke von einander anbetrifft, so ist es klar, daß dieselben bei Weitem näher stehen, als dies bei der gewöhnlichen Zimmerung der Fall ist, ja daß es Fälle giebt, wo Thürstock neben Thürstock gesetzt werden muß.

Da die Zimmerung vor Ort immer nur für kurze Zeit vorgerichtet ist, so muß sie so einfach als möglich sein. In der Regel fängt man das Hangende durch Stempel ab, die oben oder unten noch mehr festgekeilt werden. Vor einem Orte, das nur 1 Meter hoch ist, haben die Stempel 0,12—0,15 M. Durchmesser, und werden in Entfernungen von 1,50 M. neben einander gesetzt, wodurch eine vollkommene Sicherheit gewährt wird. Vor höheren Orten gebraucht man Stempel von 0,20—0,30 Durchmesser, zwischen denen und dem Hangenden eine starke Bohle geschlagen wird. Diese Stempel müssen stets in senkrechter Richtung auf dem Fallen des Flötzes stehen. Der Druck des Gebirges lastet nun auf den Stempeln und den darüber gelegten Kappen, wird sich also, bevor ein Niedergehen des Hangenden erfolgt, durch eine Biegung und ein Brechen der Kappen kund geben, und so die Arbeiter vor der drohenden Gefahr warnen.

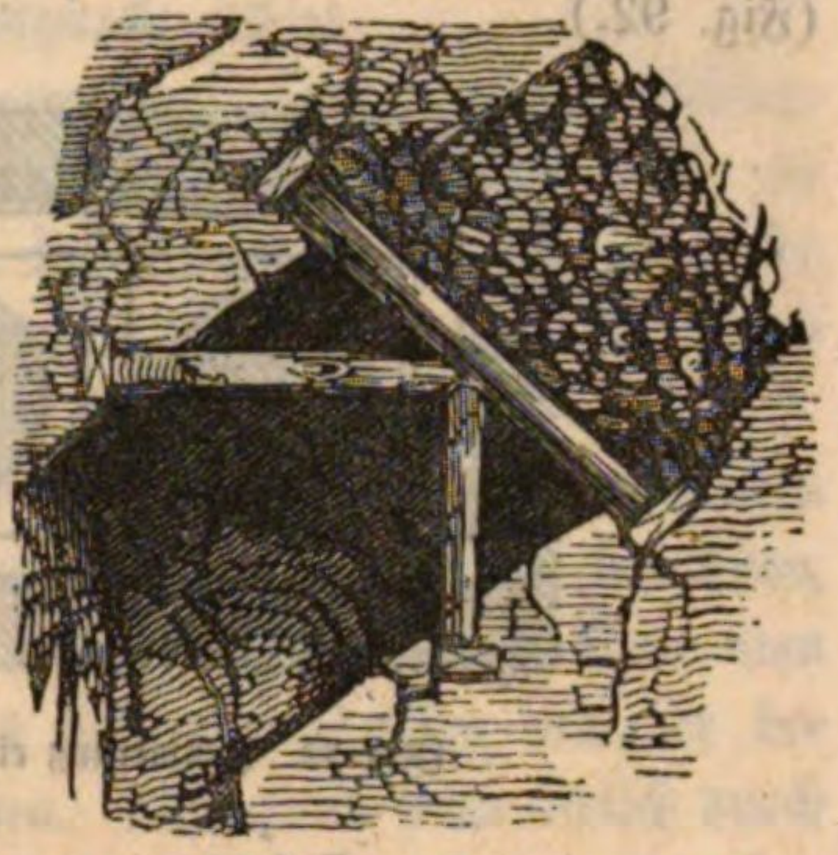
Wird nun ein Ort verlassen, so kann man noch ohne Gefahr die Hälfte der Stempel wenigstens durch Fortschlagen der Keile, mit welchen sie befestigt wurden, gewinnen. Die andere Hälfte muß man indeß, wenn sonst Gefahr vorhanden, gänzlich opfern. Da diese Zimmerung sehr einfach und von großer Wichtigkeit für die Sicherheit der Häuer ist, so vertraut man sie ihnen stets selbst an.

Sobald die Zimmerung in der Strecke lose Bergmassen zu tragen hat, wie dies bei dem Firstenbaue auf Gängen der Fall ist (Fig. 90.), so schlägt man zwischen Hangendes und Liegendes Stempel, die auf dem letzteren in Bohrlöchern ruhen und bei dem ersteren auf einem Ansalle sitzen, mitunter auch durch hölzerne so vorgerichtete Keile befestigt sind, daß sich deren Festigkeit durch den Druck der Last immer mehr vergrößert. Es ist klar, daß die Länge der Stempel so groß sein muß, damit dieselben nur mit Mühe zwischen Hangendes und

Liegendes gekeilt werden und nicht weichen können. Ist die Last sehr bedeutend, so unterstützt man die Stempel in der Weise, wie es auf Fig. 91. angegeben ist.



[Fig. 90. Streckenzimmerung beim Firstenbau.]



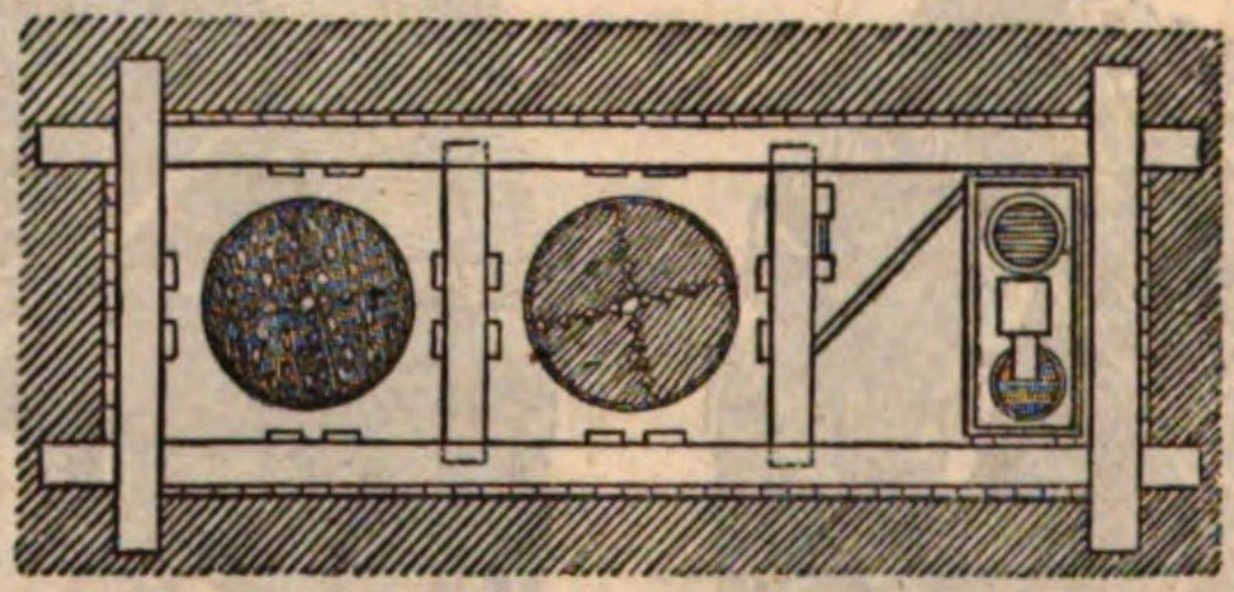
[Fig. 91. Unterstützte Zimmerung.]

Schachtzimmerung.

Man hat verschiedene Arten von Schachtzimmerung, die sich theils nach der Beschaffenheit des Gebirges, theils aber auch nach localen Verhältnissen richten. Eine Zimmerung, die man häufig anwendet, ist folgende. Sie besteht aus einer Reihe von Vierungen, die in Entfernungen von 0,60—1,33 M. je nach der Beschaffenheit des Gebirges von einander liegen und dahinter mit Pfählen bekleidet sind. Man schlägt auf die Geviere lange ziemlich starke Hölzer auf, die den Namen von Wandruthen führen, wenn sie zur größeren Befestigung der Zimmerung dienen, und von Leitungen, sobald sie das Anstoßen der Förderkübel oder Tonnen verhindern sollen. Ueber Tage endlich richtet man das letzte Geviere ungleich stärker und so vor, daß seine Enden ungefähr 0,60 M. über die Stöße reichen, und so die ganze darunter durch Wandruthen zusammengehaltene Zimmerung halten.

Die Form und Größe der Schächte sind noch verschiedener als die der Strecken. Als die kleinsten, welche man jetzt betreibt, können wohl die viereckigen Schächte von 1,60 M. angesehen werden. Gewöhnlich macht man die Schächte rechtwinklich, und giebt ihnen eine Breite von 1,30 M. auf eine Länge von 2, 3, auch 4 Meter. Beim Abteufen solcher Schächte muß man Sorge tragen, daß der lange Stoß nicht der Seite des Gebirges zugekehrt sei, wo der Druck am stärksten ist. Gewöhnlich theilt man die rechtwinkligen Schächte je nach den Bedürfnissen des Betriebes in mehrere Abtheilungen, und thut dies selbst dann, wenn man nur das Fach für die aufsteigende Tonne von dem

für die absteigende absondern will. Durch solche Vorrichtung wird die Zimmerung um Vieles noch mehr befestigt und der Zusammenhalt der Geviere durch die dazwischen angebrachten Einstriche vergrößert (Fig. 92.).



[Fig. 92. Zimmerung eines rechtwinkligen Schachtes.]

Den großen Schächten von 3—4 Meter Durchmesser giebt man gewöhnlich, wenn sie einem sehr starken Drucke ausgesetzt sind, eine acht- oder zehneckige Form, und nähert dieselbe deshalb so weit als möglich der Kreisform, welche an sich durch Zimmerung wohl nicht gut ausgeführt werden könnte. In solchen Fällen legt man indeß die Schachtgeviere unmittelbar auf einander, und bringt von 5—6 Met. etwa Jöcher in das Gebirge ein.

Die donlegigen Schächte sind in der Regel viereckig, und werden auf die oben angeführte Weise ausgezimmert, wobei die einzelnen Geviere ebenso wie die Thürstöcke in den schwebenden Strecken genau senkrecht auf den Stößen sitzen müssen.

Die Oeffnung des Schachtes muß stets über der Tagessohle etwas überreichen. Sie wird mit den geförderten Bergen umschüttet, und so eine Schachthalde gebildet, von der die Fördermassen sehr viel leichter auf die Transportwagen geschafft oder überhaupt angehäuft werden können, und von wo man die gezogenen Wasser aufs leichteste fortstürzen kann.

Wenn der Schacht in einer oder mehreren Teufen von Strecken getroffen wird, so erweitert man an solchen Stellen den Raum und bildet ein sogenanntes Fallort, dessen Name schon seine Bestimmung andeutet. An der Sohle des Schachtes wird ein Sumpf zur Ansammlung der Wasser und der den Schacht hinabfallenden Gesteinsstückchen vorgerichtet, der von Zeit zu Zeit gereinigt werden muß.

Die verschiedenen Arten der Schachtzimmerung sind noch mannigfaltiger als die der Streckenzimmerung. Welch' ein Unterschied zwischen den großen zehneckigen Schächten mit ganzer Schrotzimmerung

und den kleinen runden Schächten, die in den Eisenerzgräbereien niedergebracht, mit grünem Holz ausgezimmert und Faschinen verpfählt werden. Zwischen diesen beiden Extremen liegt eine Reihe von Zimmerungsarten, deren Anwendung sich nach der Beschaffenheit des Terrains und dem beabsichtigten Betriebszwecke richtet.

Ist man bei einem Abteufen gezwungen, schwimmendes Gebirge zu durchfahren, so hängt die Art der Betriebsführung davon ab, ob der Schacht gleich von Tage herein in den schwimmenden Sand zu stehen kommt, oder ob die fragliche Schicht in einer gewissen Teufe erst getroffen wird.

Wie wir bereits oben bei dem Streckenbetriebe unter ähnlichen Verhältnissen bemerkten, so ist es auch hier wie dort am einfachsten, sich der Abtreibepfähle zu bedienen. Im Schachte selbst kann man dieselben wegen des gleichen Druckes auf allen Stößen und der bequemeren Arbeit noch leichter anwenden. Auch kann man endlich durch dieses Verfahren allein sehr bedeutende Lagen von schwimmendem Gebirge durchteufen.

Steht der lose Sand oder Thon fast zu Tage an, und hat der Schacht einen bedeutenden Querschnitt, was z. B. in dem Departement du Nord öfters vorkommt, wo man eine Schicht schwimmendes Gebirge, die über der Kohlenformation lagert, durchsetzen muß, so kann man nach einem größeren Maßstabe verfahren. Ist die in Rede stehende Schicht angefahren, so richtet man vollkommen wagerecht ein starkes Geviere vor und treibt hinter demselben vermittelst einer Ramme lange in einander gefügte Bohlen ein. Eine solche Umkleidung hält das Gebirge zurück, und man kann mit dem Abteufen weiter gehen, wenn man die Vorsicht beobachtet, nachdem man etwas tiefer gekommen ist, die Bohlenwände durch neue Geviere zu unterstützen. Wenn man an dem Ende dieser Bohlen das schwimmende Gebirge noch nicht durchteuft hat, so muß dasselbe Verfahren noch ein Mal wiederholt werden, und diese neue Bohlenwand kommt innerhalb der ersteren zu stehen, der Schacht wird also um die Stärke eines Gevieres in seinen Dimensionen verringert.

Hat man sich durch einen vorherigen Bohrversuch von der bestimmten Mächtigkeit des zu durchfahrenden Gebirges überzeugt, so richtet man über Tage die für die ganze Teufe nöthige Zimmerung auf ein Mal vor, und senkt sie bei unausgesetztem Betriebe in das Gebirge ein. Man nennt eine solche Arbeit Senkarbeit. Die Zimmerung muß äußerlich vollkommen glatt sein, und die einzelnen Geviere dürfen nur nach innen vorspringende Stellen haben. Um endlich

das Einsenken zu erleichtern, schneidet man die untersten Fächer scharf zu und belastet den oberen Theil, so daß in dem Maße, als durch den Betrieb das Gebirge weggenommen wird, die Zimmerung durch ihr eigenes Gewicht nieder sinkt und die Schicht durchfährt. Ein besonderes Augenmerk hat man auf das senkrechte Niedergehen der Zimmerung zu richten, und treibt deshalb im Voraus an den Stößen Leitpfähle ein. Ein anderes Mittel besteht in einem starken Balken, der über einem Querholze liegt, welches genau über der Mitte des Schachtes befindlich ist. An diesem Balken hängen nun vermittelst Ketten die beiden gegenüberstehenden Jöcher der Zimmerung.

Wenn auch diese Verfahrungsarten mehr für solche Fälle anwendbar sind, wo das schwimmende Gebirge gleich zu Tage oder unmittelbar unter demselben steht, so können sie dennoch auch in größeren Teufen benutzt werden. Man muß alsdann den Schacht über der schwimmenden Schicht erweitern. Dies ist indeß nur dann immer möglich, wenn diese Schicht nur eine geringe Mächtigkeit, z. B. 2 Meter hat, während man von Tage aus öfters Bohlenwände von 4 Meter und Senkarbeit von 8 Meter und darüber anwendet.

Mitunter soll ein Schacht unter Wasser abgeteuft werden, welcher Fall an mehreren Punkten der Cornwaller Küste vorkam, wo man Schächte an solchen Punkten niedergebracht hat, deren Ausmündung, zur Fluthzeit wenigstens, vom Wasser umspült ward. Die Baue ziehen sich also hier unter dem Meeresbette hin, und man hört bei starken Stürmen deutlich in der Grube wie die Gerölle auf dem Meeresboden von den Wellen hin und hergeworfen werden. Das Abteufen von derartigen Schächten beginnt man durch Senkarbeit, d. h. durch Eintreiben eines Cylinders in den Meeressand. Diese Arbeit bietet ähnliche Schwierigkeiten als die Legung von Brückenpfeilern dar, und ist ebenso langwierig als kostbar.

Der Ingenieur des Maine- und Loire-Departements Herr Triger hatte die glückliche Idee, sich bei dem Abteufen eines Schachtes in dem Loirebette der comprimirten Luft zu bedienen. Er schickte zuerst einen Blechcylinder in den Flußsand hinein, den er in drei horizontale Abtheilungen gebracht hatte, und von welchen die oberste offen blieb, in der untersten gearbeitet wurde und die mittlere dazu diente, um entweder mit der oberen oder mit der unteren, aber niemals mit beiden Abtheilungen zugleich in Verbindung gebracht zu werden. Hierauf wurde die Luft in der untersten Abtheilung durch eine Dampfmaschine comprimirt, und dadurch das Wasser durch ein bis nach unten reichendes und über den Cylinder hinaufragendes Rohr hinaus gedrückt.

Die Arbeiter konnten also aus der ersten Abtheilung in die zweite hermetisch verschlossen gewesene einsteigen, und aus dieser in die dritte hinabfahren, wo sie den Sand fortnahmen und den Cylinder auf diese Art niedersenkten. Die geförderten Massen brachten sie in die zweite Abtheilung, und nachdem sie die untere Fahrklappe geschlossen stiegen sie mit ihrer Last in die dritte Abtheilung und zu Tage. Die Arbeiter sind durch den Luftdruck nicht sonderlich belästigt worden, und dieses sinnreiche Verfahren ist vollkommen gelungen, so daß es gewiß an manchen anderen Orten in Anwendung kommen wird.

Zimmerung zum Verdämmen der Wasser, Cuvelage.

Sobald die Zimmerung eine Unterstützung allein bezweckt, kann man sie nur zu den einfachen und leicht auszuführenden Arbeiten rechnen; will man durch sie indeß Wasser verdämmen, so erreichen sie vollkommen die Wichtigkeit eines Kunstwerks.

Gewöhnlich handelt es sich um das Abteufen eines Schachtes im wasserhaltigen Gebirge. Die Wasser, welche man alsdann anfährt, bestehen fast immer aus Grundwassern, sogenannten Niveaus, d. h. wirklichen artesischen Wassern, die aus bedeutenden Tiefen in die Höhe steigen, und sich bisweilen der Tagesoberfläche sehr nähern. Hat man eine solche Quelle angefahren, so muß trotz des ungeheuren Wasserzuflusses dennoch ohne Unterlaß abgeteuft, und hierbei alle nur zu Gebote stehenden Kräfte zur Wasserhebung angewandt werden. Wird indeß endlich eine feste und undurchdringliche Gebirgslage erreicht, so kommt auf derselben der Grund zu einer Zimmerung zu liegen, die stark genug ist, dem Drucke der darüber stehenden Wasser widerstehen zu können. Dieser Druck wird nach erfolgter Verdämmung um so stärker sein, da die Wasser mehr in die Höhe zu steigen streben. Die Zimmerung muß deshalb vollkommen undurchdringlich gemacht werden, und nicht den geringsten Wasserabfluß gestatten, denn können auch nur die kleinsten Wassertheilchen durch die Zimmerung entweichen, so würde die Gewalt des Wasserdruckes die Oeffnung dennoch sehr bald vergrößern und den Schacht unfahrbar machen. Die in Rede stehende wasserdichte Zimmerung hat den Namen Cuvelage erhalten.

Die Cuvelage ist besonders dann erforderlich, wenn man das geschichtete secundäre Gebirge durchteufen will, wie dies bei dem Steinkohlengrubenbetriebe in dem nördlichen Frankreich, Belgien, England und in einzelnen Becken des südlichen Frankreichs, wo die Steinkohlen von jüngeren Bildungen bedeckt sind, der Fall ist. Im Allgemeinen wird man übrigens auch sehr selten in einem Becken, dessen Schichten

selbst nur wenig verworfen sind, Schächte abzuteufen haben, ohne einen bedeutenderen Zufluß von Wasser ausgesetzt zu sein. Die Salzgruben des Meurthe-Departements gaben hiervon einen Beweis, und diese Erscheinung erklärt sich auch sehr leicht nach dem, was wir über die artesischen Brunnen oben verhandelt haben.

Wir wollen uns als Beispiel eines Schachtes bedienen, wie er in den Steinkohlenrevieren des nördlichen Frankreichs niedergebracht wird.

Das Kohlengebirge wird dort von 60—80 Meter abwechselnden Kalk- und Mergelschichten überlagert, die der Kreide angehören; das Gestein ist zerklüftet und von Spalten durchzogen. Es circuliren in ihm so eine Menge von Wasser, die in einer gewissen Teufe durch undurchdringliche Letten Schichten gehalten werden. Die unterste Schicht der Kreide besteht aus einer solchen mächtigen undurchdringlichen Schicht, auf die nach der Teufe zu eine Sandlage (tourtia) und darauf unmittelbar das Kohlengebirge folgt. Wenn ein Abteufen in dem Kreidegebirge begonnen wird, so belegt man es erst dann mit diesem Namen, wenn es auf das Kohlengebirge niedergekommen, und es heißt so lange es darüber steht avaleresse.

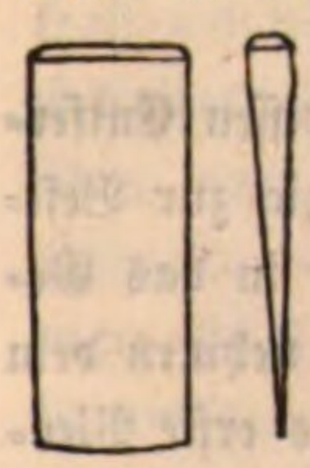
Ist die Stelle bestimmt, wo ein Schacht niedergebracht werden soll, so schlägt man in das Gebirge ein und setzt zu Anfang das Abteufen wie gewöhnlich fort. Die Schachtstöße werden durch eine verlorene Zimmerung gehalten, wodurch zugleich das Einfallen der Wasser gegen die Mitte des Schachtes verhindert wird und die Häuer auf der Sohle arbeiten können, wo sich die niederfallenden Wasser in einem Sumpfe ansammeln, und durch Pumpen gehoben werden. Die letzteren werden von Tage aus eingehängt (Fig. 93.), und mit zunehmender Teufe nieder gelassen. Es ist klar, daß, je tiefer man bis zu einer gewissen Gränze kommt, ein desto größeres Wasserquantum angefahren wird, und die Kraft der Wasserhebungsmaschinen demselben proportional sein muß. Eine Hauptbedingung zum glücklichen Erfolge ist hierbei Schnelligkeit der Ausführung, denn sobald ein erstes Niveau durchfahren ist, stürzen die Wasser mit um so größerer Gewalt hervor, da sie in den blos gelegten Spalten des Gebirges einen freien Ausweg finden; sobald man die Wasser indeß zu gewältigen vermag, erreicht man bald die undurchdringliche und feste Schicht, auf der dieselben fließen. Alsdann wird durch Schlägel und Eisen ein Absatz auf das genaueste bearbeitet und ein Sumpf von 1 Meter Teufe vorgerichtet, in den die Pumpen hineingestellt werden, wie die Fig. 93. ganz deutlich zeigt. Die Pumpen sind meistens unten von Gußeisen und oben zur leichteren Handhabung von Holz. Sie hängen an Ket-

ten, die an über dem Schachte gelegten Einstrichen befestigt sind. Der Theil der Pumpe, welcher unmittelbar unter dem Saugrohre liegt, ist auch von Holz, den Stiefel selbst einbegriffen. Die Pumpen gehören zu den Saugpumpen mit hohlem Kolben (s. Cap. 12. Wasserhaltung).

Ist alles in dieser Weise vorgerichtet, so wird auf die glatt gearbeitete Schachtscheibe der Keilkranz (Keiljoch, Hauptjoch, Picotagejoch, trousse à picoter) gelegt, der aus einem Geviere von Eichenholz von 0,33 Met. Breite und 0,28 Höhe besteht, auf das sorgfältigste gearbeitet, und ebenso an den Ecken unter einander verbunden sein muß. Zwischen ihm und dem Schachtstoße bleibt ein offener Raum von 0,10 M., der mit stirnweise gelegten fichtenen Brettern von 0,06 M. Stärke ausgefüllt wird. Auf Fig. 94. ist nun näher angegeben, wie hierauf das Joch und die hinter demselben aufgestellten Bretter durch Moos festgekeilt werden.

[Fig. 94. Picotagejoch.]

Es handelt sich endlich darum, das Ganze auf das Innigste zu befestigen, und eine so feste Fläche zu bereiten, daß sie als Basis der darauf gesetzten Zimmerung dienen kann; dies geschieht durch die Picotage, und zu diesem Zwecke treibt man zwischen das Hauptjoch und das dahinter gestellte Brett Plattkeile von weichem Holze (Fig. 95.) ein. Zuerst treibt man sie auf allen Punkten so schwach wie möglich, und schlägt dieselben, sobald sie überall eingeführt wurden, auf ein Mal und mit möglichst gleicher Gewalt nieder; dadurch wird das Moos gegen die Stöße gedrückt, und es entsteht zwischen dem Joch und den Brettern ein Raum, der groß genug ist, um die Keile, abwechselnd mit dem Kopfe nach unten, hineinbringen zu können (Fig. 93.); diese Arbeit setzt man so lange als möglich fort.

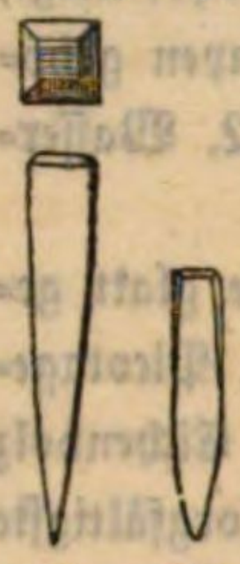


[Fig. 95. Plattkeil.]

Ziehen die Keile nicht mehr, so macht man mit einer stählernen Spitze (Agrappe à picoter) (Fig. 96.) Oeffnungen in die Holzmasse, worin von Neuem Keile von viereckiger Form getrieben werden können. Zuerst nimmt man Keile von Fichtenholz, die so lange als möglich

zwischen die Plattkeile eingetrieben werden. Alle Theile der Zimmerung sind dadurch auf das Innigste verbunden. Das zwischen die Stöße und die hinter das Hauptjoch gelegten Bretter eingebrachte Moos, welches zu Anfang einen Raum von 0,04 M. einnahm, ist jetzt kaum mehr sichtbar geblieben. Die darüber ragenden Köpfe der Spitz- und Plattkeile werden weggeschnitten, und hierauf mit der stählernen Spitze Oeffnungen in jeden Plattkeil gemacht, um darin Spitzkeile von Eichenholz, die vorher getrocknet wurden, einzubringen, was man so lange fortsetzt, bis die stählerne Spitze nicht mehr einzudringen vermag, und die Picotage alsdann vollendet ist.

[Fig. 96.]



Man legt gewöhnlich zwei Tragejöcher über einander um sich so vor jeder Gefahr sicher zu stellen; da das Picotagejoch, wie auf Fig. 93. zu ersehen ist, an seiner Oberfläche schief zu liegen kommt, so muß bei der Einbringung des Aufsatzjoches hierauf Rücksicht genommen werden, um die schiefe Richtung der Zimmerung zu verhüten. Die Aufsatzjöcher oder Verdämmungsbohlen sind gewöhnlich, 0,20 M. stark und 0,25—0,30 M. hoch; sie müssen genau auf einander schließen, und man legt deshalb zwischen ihre Verbindungsflächen ein getheertes Stück Leinewand oder einen Streifen Filz. In dem Raume zwischen der Zimmerung und dem Schachtstoße ist die verlorene Zimmerung, und um die Cuvelage desto sicherer zu befestigen, füllt man denselben mit einem aus Kalk und Steinkohlenasche bereiteten hydraulischen Mörtel aus, welcher bald erhärtet, und so die Zimmerung einhüllt, was besonders bei einem etwaigen Auswechseln der letzteren von hohem Werthe ist.

Ist die Cuvelage sehr hoch, so richtet man in gewissen Entfernungen sogenannte Nagelkränze (trousse porteuse), die zur Befestigung der Verdämmungsbohlen dienen sollen, vor, die in das Gestein eingelassen und stark verkeilt werden. Diese Kränze nehmen dem Hauptjoch einen großen Theil der Last ab. Hat man das erste Picotagejoch gelegt und die darüber gesetzte Zimmerung vollendet, so wird das Abteufen des Schachtes fortgesetzt; man läßt indeß vorläufig unter dem Hauptjoch eine Bank von 1 Meter stehen und giebt dem Schachte erst unter derselben die gewöhnliche Dimension. Nun fährt man mit dem Abteufen in der obigen Weise fort, bis eine neue feste und undurchdringliche Gebirgsschicht angetroffen und auf dieses ein doppeltes Picotagejoch vorgerichtet wird. Ist man nun mit dieser zweiten Cuvelage bis zu der stehen gebliebenen Bank angekommen, so wird die-

selbe nach und nach weggenommen und dafür eine Verdämmungsbohle eingesetzt. Um indeß eine genaue Verbindung des letzten Aufsatzjoches mit dem darüber liegenden Hauptjoche herzustellen, muß man sich einer horizontalen Verdämmung bedienen.

Kommt der Schacht endlich auf die große Thonschicht, die unterhalb der Kreide liegt, so richtet man zur Unterstützung der ganzen Zimmerung ein dreifaches Picotagejoch vor und treibt zwischen die Fugen der einzelnen Fächer schmale dünne Brettchen ein, um das Hervorquellen der Kalfaterung zu verhindern.

Es wird aus dieser kurzen Beschreibung zur Genüge hervorgehen, mit welchen Schwierigkeiten und unvorhergesehenen Hindernissen das Niederbringen einer avaleresse verknüpft ist. Gewiß wird jeder Ingenieur, der eine derartige Arbeit zum ersten Male leitet, von den hervorstürzenden Wassern und deren raschem Emporsteigen bei dem geringsten Unfall, der den Pumpen begegnet, und sie nur für Augenblicke außer Thätigkeit setzt, erschreckt sein. Das Brausen der Wasser, die unbequeme Stellung der Häuer, die unvermeidliche Verwirrung, welche aus der nöthigen Anhäufung von Arbeitern und deren häufiger Ablösung entsteht, so manche fruchtlose Arbeiten endlich, die den ganzen Betrieb nicht vorwärts, sondern zurückzubringen scheinen, alle diese Umstände machen das Abteufen eines Schachtes in sehr wasserhaltigem Gebirge zu den schwierigsten Arbeiten, bei deren Ausführung die größte Geschicklichkeit und Ausdauer erforderlich ist.

Bisweilen ist der Wasserzudrang so gewaltig, daß man desselben nicht Herr werden kann und der Betrieb des Schachtes eingestellt werden muß; an anderen Orten wird wiederum eine enorme Maschinenkraft zur Hebung der Wasser erfordert, wie dies z.B. bei Abteufung des Schachtes Bleuze Borne zu Anzin der Fall war, wo man einer Maschine von 160 Pferdekraft bedurfte. Mitunter indeß macht sich das Abteufen ohne große Mühe; eine Picotage geschieht alsdann in weniger als 24 Stunden, und ein 5—10 Meter mächtiges Niveau wird in weniger als einem Monat durchfahren.

Der größte Wasserandrang, welchen man bis jetzt beobachtet hat, wurde zu 3, 5 bis 6000 Cub. Met. in 24 Stunden gerechnet; gewöhnlich übersteigt er aber nicht 1500—2000 Cub. Met. Der Druck, mit dem die Wasser hervorstürzen, scheint noch mehr als das Quantum zu variiren. Durchschnittlich hat man indeß einen Druck von 30—60 Meter pro Sekunde beobachten können.

Die Niveaus stehen in offenbarem Zusammenhange mit den allgemeinen Einflüssen, durch welche das Anwachsen und Versiegen der

Quellen bestimmt wird. Man hat öfters beobachtet, daß sich die Verdämmungsbohlen der Cuvelage bogen und selbst mitunter zerbrachen, wenn der Stand der Wasser über Tage im Allgemeinen am höchsten war, d. h. also im Frühjahre, während in der letzten Hälfte des Sommers eine entgegengesetzte Erscheinung hervortrat, und ein Abnehmen der Spannung der einzelnen Gezimmer bemerkbar wurde.

Die Brüche geschehen namentlich an den schwächsten Stellen; sobald man indeß bemerkt, daß irgend ein Theil der Zimmerung nachgiebt, und durch die Poren des Holzes Wasser durchläßt, muß man augenblicklich auswechseln, da der mechanische Druck in wachsendem Maße größer, der Widerstand des Holzes in derselben Proportion geringer wird, und durch einen plötzlichen Bruch die betrübendsten und namhaftesten Unglücksfälle häufig hervorgerufen hat. In solchen Fällen erkennt man so recht die Nützlichkeit des hydraulischen Mörtels, der hinter der Zimmerung eine vollkommen feste Wand bildet und die Auswechselung von unganzen Stücken allein möglich macht.

Ein Schacht, mit dem man in größerer oder geringerer Teufe Niveaus anzufahren gedenkt, muß zu einer solchen Zeit angefangen werden, daß man bei den Niveaus gerade zur Epoche der größten Trockenheit, also bei dem Beginne des Herbstes z. B. anlangt.

Das Verfahren bei der Zimmerung von Schächten in wasserhaltigem Terrain ändert sich niemals, wenn sich auch die Form der Schächte nach der Beschaffenheit des Gebirges und dem beabsichtigten Betriebszwecke richtet. Die großen 4 Meter weiten Schächte sind in der Regel acht- oder zehneckig, wodurch die Tragkraft des Holzes um Vieles vergrößert wird. Die kleinen weniger als 2 Meter weiten Schächte haben meistens eine viereckige Form, aber man schlägt in solchen Fällen in die vier Winkel des Schachtes zur Vermeidung jeder Biegung Spreitzen.

Herr Evrard umgab bei einem Abteufen, das er zu Vicoigne (Nord) leitete, ein jedes Auffatzjoch auf der inneren Schachtseite mit einem gußeisernen Kranz, wodurch er die Biegung des Holzes gänzlich verhinderte, und den Raum in dem Schachte eben nicht sehr beengte. Durch dieses werthvolle Verfahren werden namentlich die Unterhaltungskosten der Cuvelage um vieles verkleinert und auf eine Kalfaterung beschränkt. Ein solcher gußeiserner Kranz wiegt 160 Kilog., verdoppelt ohne Frage die Widerstandskraft eines jeden Joches und vermehrt die Cuvelagekosten nur um 168 Fr. pro laufenden Meter. Die Consumtion an Holz beträgt 1,68 Stère pro Meter; man wendet hierzu Eichenholz von 0,16 M. Stärke und 0,33 M. Höhe an, wovon

der Stère 200 Fr. kostet. Man stellt also den laufenden Meter dieser Zimmerung für 316 Fr. her.

Da in England das Holz sehr theuer ist, so zog man es vor, die Aufsatzjöcher von Eisen zu machen. In den runden Schächten richtet man zuerst ein Picotagejoch wie gewöhnlich vor und bringt auf dasselbe zirkelförmige gußeiserne Stücke von 1 Meter Höhe, die an ihren Kanten einen 0,15 M. breiten Rand haben. Der ganze Umfang des Schachtes wird in der Regel durch sechs solcher Stücke besetzt, die eins neben dem anderen liegen und zwischen sich einen 0,04—0,05 M. weiten Zwischenraum lassen, der in der gewöhnlichen Weise ausgefüllt wird. Die horizontaten Fugen belegt man mit getheerter Wolle, und stellt so bei dem großen Drucke, den das Eisen selbst ausübt, eine vollkommene Verbindung her. Man könnte bei gewissen Entfernungen neue Picotagejöcher vorrichten, die alsdann die Rolle von Nagelkränzen spielten. Dies ist indeß nicht immer nothwendig, da diese eiserne Zimmerung, abgesehen von ihrer unendlichen Dauer und den ungleich geringeren Unterhaltungskosten noch durch die verticalen Verkeilungen und das große Gewicht der Massen den hohen Vortheil gewährte, unter sich inniger und fester verbunden zu sein.

Bei der Anlegung von wasserdichten Zimmerungen können wohl einzelne Details in der Construction an mehreren Orten variiren, das Verfahren an sich bleibt aber immer dasselbe, da es stets die Anfertigung eines undurchdringlichen und festen Schachtraumes zum Zwecke hat.

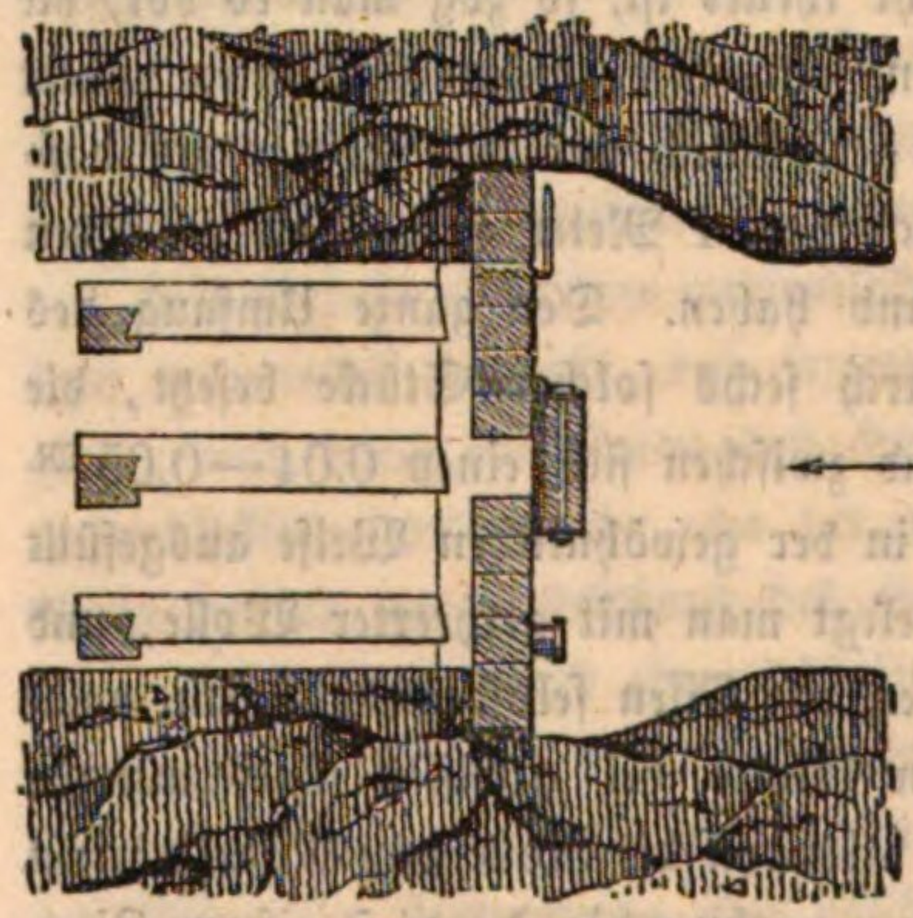
Dämme.

Die Dämme oder Verspundungen sind in der Grube erforderlich, wenn man entweder mit einer Strecke große Wassermengen anfährt, oder die Wasser des alten Mannes zurückhalten will.

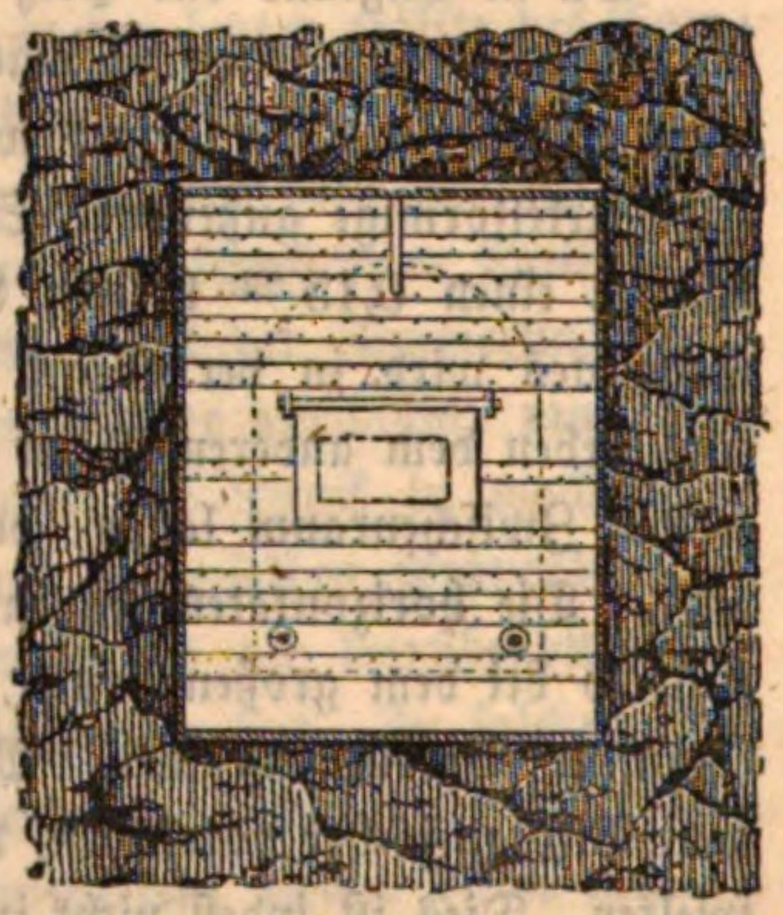
Im Allgemeinen stimmt die Construction dieser Dämme mit der Vorrichtung von wasserdichten Schachtzimmerungen überein; auch sie bestehen aus auf einander liegenden Holzstücken, deren Dimensionen dem Drucke proportional sind, und welche man durch Keile mit dem einschließenden Gebirge verbindet. Es finden indeß mehrere Verhältnisse statt, unter denen man gewisse Modificationen bei den Dämmen anbringen muß, die wir deshalb in aller Kürze vergleichen wollen, um dem Ingenieur die Auswahl des passenden Verfahrens zu überlassen.

Die Dämme werden in einer Strecke vertical und in einem Schachte horizontal gemacht. Am einfachsten ist es, wenn man eine

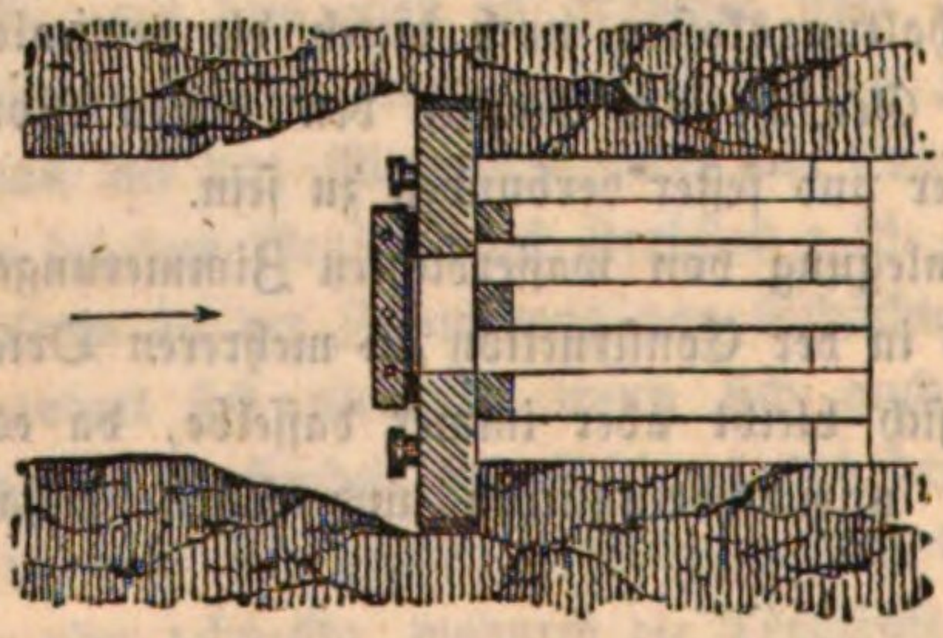
Strecke von mittlerer Weite zu verspunden hat; alsdann richtet man einen Damm vor, wie es die Fig. 97., 98. und 99. zeigen.



[Fig. 97. Längendurchschnitt.]



[Fig. 98. Vordere Ansicht.]



[Fig. 99. Grundriß.]

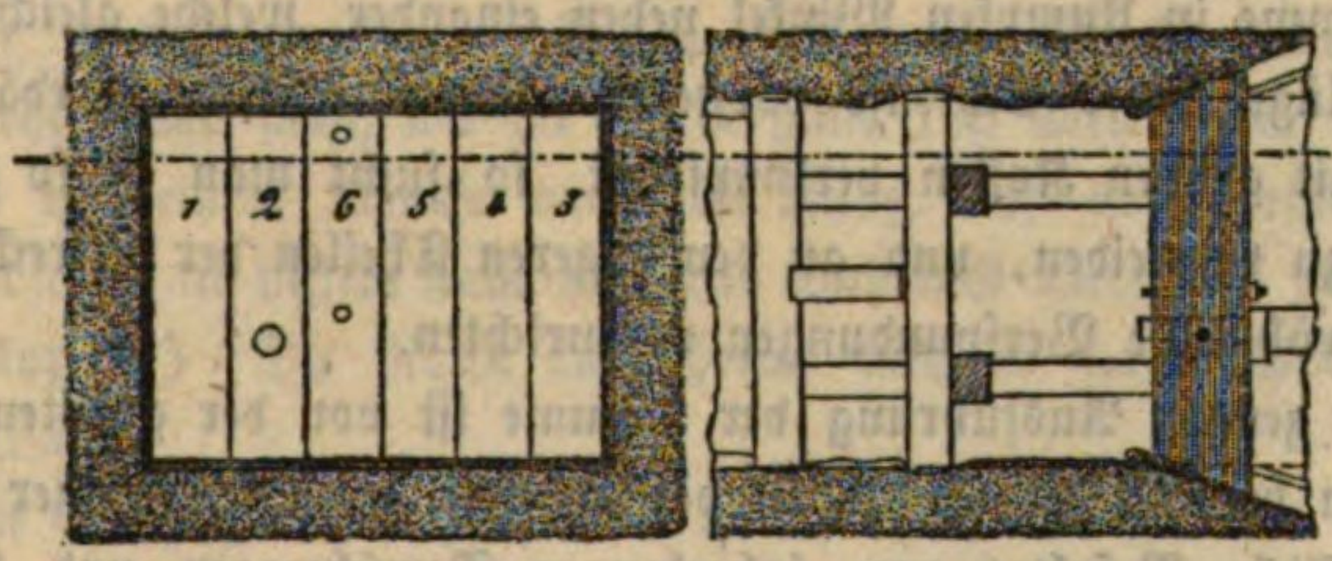
Hat man zuvörderst in der auf der Zeichnung angegebenen Weise zugeführt, so legt man quadratische und genau auf einander passende Stücken von Eichenholz auf einander, nachdem man die unterste Lage mit Moos bekleidet hat.

Ist man fast an der Firste angekommen, so wird das oberste Stück eingelegt und vorläufig mit einer Leiste in der Höhe erhalten; nun kommt der letzte Klotz, der überhaupt, um hineinkommen zu können, einen Spielraum von 4—6 Cent. Met. haben muß. Diesen freien Raum füllt man durch eine horizontale Picotage aus, und legt hier zu entweder ein Brett von 0,08 M. Stärke ganz dicht unter die Firste oder zwischen die beiden obersten Klötze. Durch eingebrachtes Moos und Eintreiben von Platt- und Spitzkeilen, die zuerst von weichem Holz und dann von gut getrocknetem Eichen- oder Buchenholz genommen werden, richtet man in der gewöhnlichen Weise durch eine einzige

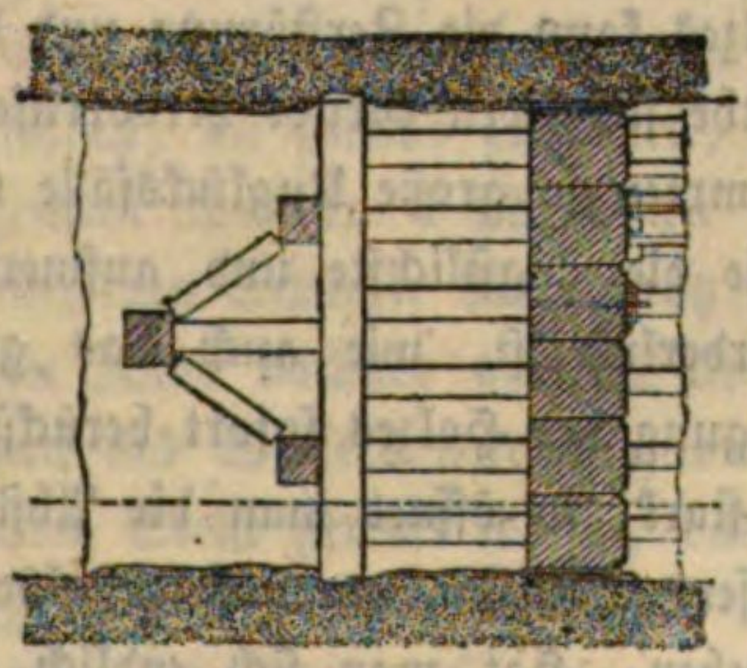
Picotage die innigste Verbindung zwischen Firste und Sohle her. Um ferner dasselbe zwischen den beiden Seitenstößen zu bewirken, wird ein ähnliches Verfahren zwischen den Gesteinsflächen und den Klötzen angewandt. Nunmehr bleiben nur noch die Fugen der Klötze zu kalfatern, und darauf mit eisernen Schienen oder aufgenagelten Brettern zu bedecken. Eine vor dem Damm angebrachte Zimmerung setzt dem Wasserdrucke einen noch größeren Wiederstand entgegen. Um endlich, falls es erforderlich sein sollte, durch den Damm hindurch zu können, bringt man eine gehörig verstopfte und sichere Oeffnung an.

Während des Baues der Verspundung muß man den Wassern durch zwei in den untersten Klötzen angebrachte Bohrlöcher abzufließen Gelegenheit geben. Späterhin stopft man diese Löcher wieder auf das genaueste zu. Um den Wasserdruck zu bestimmen, bringt man an der oberen Hälfte der Verdämmung einen Manometer an und wird so von jeder drohenden Gefahr zeitig genug benachrichtigt.

In der Grube Chartreuse bei Lüttich construirte man Dämme, deren Klötze nicht horizontal, sondern vertical gelegt wurden. Das Gestein führte man nicht eben, sondern schief zu; aus den Fig. 100. 101. und 102. ersieht man, wie die einzelnen Klötze unter sich durch



[Fig. 100. Vordere Ansicht.] [Fig. 101. Längendurchschnitt.]



[Fig. 102. Grundriß nach A. B.]

kleine Stifte verbunden sind, um während der Picotage nicht von einander gerückt zu werden. Eine solche Verdämmung leistete in einer

2 Meter hohen und 2,70 M. weiten Strecke, einem Drucke von 60 Met. Wasser, d. h. einer Last von mehr als 340000 Kilog. Widerstand, und war aus Klötzen von 0,53 M. Länge und 0,44 M. Stärke errichtet. Von 12 derartigen Klotzdämmen, die in der Grube Chartreuse errichtet wurden, ist keiner mißglückt.

In einzelnen Fällen gewährt dies Verfahren vor dem vorhin angeführten größere Vortheile. Namentlich tritt dies in dem bereits erwähnten Falle sein, wo die Strecke breiter als hoch ist, und die Tragkraft des Holzes in solcher Anwendung nicht so in Anspruch genommen wird. Auch erlaubt mitunter die Gesteinsbeschaffenheit keine gerade Zuführung und erheischt deshalb eine schiefe Ebene, wodurch dem Drucke ein größerer Widerstand geleistet wird. Die Verspundungen werden noch um vieles besser, wenn man die einzelnen Klötze in Keilform bearbeitet und ihnen die Gestalt von geformten Gesteinen eines sehr flachen Gewölbes giebt. Die Ausführung dieser Dämme ist indeß mit großen Schwierigkeiten verknüpft.

In weiten Strecken, die mehr als 3 Meter Höhe und Breite haben, würde die Tragkraft des Holzes durch Ausführung eines einzigen Dammes zu sehr in Anspruch genommen werden. Man stellt deshalb zwei Dämme in stumpfen Winkel neben einander, welche gleichsam die beiden Flügel einer Schleuse vorstellen. Da eine solche Verdämmung immer mit großen Kosten verknüpft ist, so sucht man sie so viel als möglich zu vermeiden, und an den engeren Theilen der Strecken vielmehr gewöhnliche Verspundungen vorzurichten.

Die genaue Ausführung der Dämme ist von der größten Wichtigkeit, da hiervon die Sicherheit der Arbeiter, der Werth einer Grube, das glückliche Resultat von jahrelangen Bemühungen und die Beschäftigung einer ganzen Bevölkerung abhängt. Der Bruch eines einzigen Stückes Holzes kann die Zerstörung und den Untergang einer in der schönsten Blüthe stehenden Grube hervorrufen.

Selten indeß kommen so große Unglücksfälle vor, denn man hat wohl eingesehen, wie die ängstlichste und aufmerksamste Bewachung der Klotzdämme erforderlich ist, wie auch das geringste Entweichen von Wasser, eine Biegung des Holzes sofort berücksichtigt werden muß. Wird der Druck zu stark, so öffnet man die Abflußröhren und läßt einen Theil des Wassers abfließen, um dasselbe alsdann mit einer Maschine zu Tage zu heben. Hat man sich endlich überzeugt, daß ein Damm nicht mehr haltbar ist, so errichtet man bei Zeiten vor demselben eine zweite Verspundung, und läßt so die Wasser nach und nach an diese herantreten.

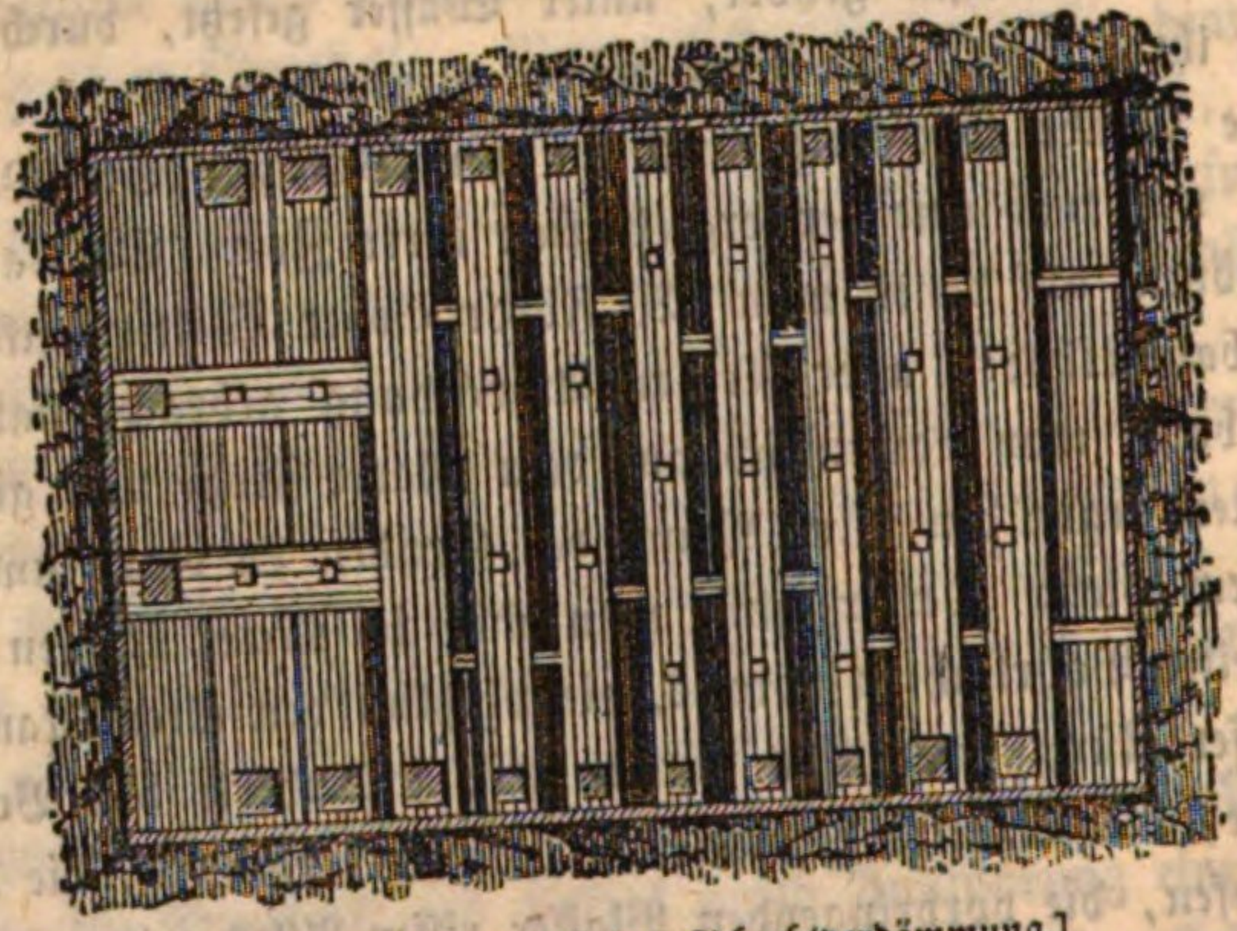
Die Gruben wurden in der Regel durch ein plötzliches Anfahren des alten Mannes oder von Tagewassern ersäuft. Das kam z. B. bei einzelnen Gruben in der Umgegend von Lüttich vor, die unvorsichtigerweise ohne Verdämmung unter dem Flußbette der Maas betrieben wurden. Im Jahre 1825 ward die Grube Plomtrie, die zur Concession von Bonnefin gehört, unter Wasser gesetzt, durch die große Energie ihrer Ingenieure indeß davon wieder befreit.

Die Grube Plomtrie liegt in der Vorstadt St. Walburg bei Lüttich, und war eine der ergiebigsten ihrer Zeit. Sie baute auf 12 Kohlenflötzen, auf denen man 320 Förder- oder Wetterstrecken geöffnet und Abbaumethoden aller Art in Anwendung gebracht hatte. Unter Andern baute man namentlich auf dem Maret-Flötze und ging hierbei nach Osten gegen den alten Mann der Gruben La vigne und Baneur. Vor einem dieser Oerter ging man mit 10 Meter langen und mit 0,037 weiten Bohrlöchern voraus, die plötzlich den alten Mann trafen; das Wasser stürzte aus ihm hervor und schleuderte den Bohrer aus dem Loche; die Arbeiter bemühten sich, aber vergebens, die Oeffnung zu verstopfen, die vordringenden Wasser rissen Alles mit weg und mit jeder Secunde bemerkte man, wie die Abflußöffnung sich immer vergrößerte, so daß ein Jeder bald sein Heil in der Flucht suchen mußte. (Späterhin fand man, wie die Wassersäule 130 Meter hoch war, und deshalb mit einem Drucke von 139 Kilog. auf eine Oeffnung von 0,037 wirkte; in diesem Falle war das Bohrloch allerdings sehr schwer zu verstopfen.) Die Nacht kam heran und die ganze Grube stand unter Wasser.

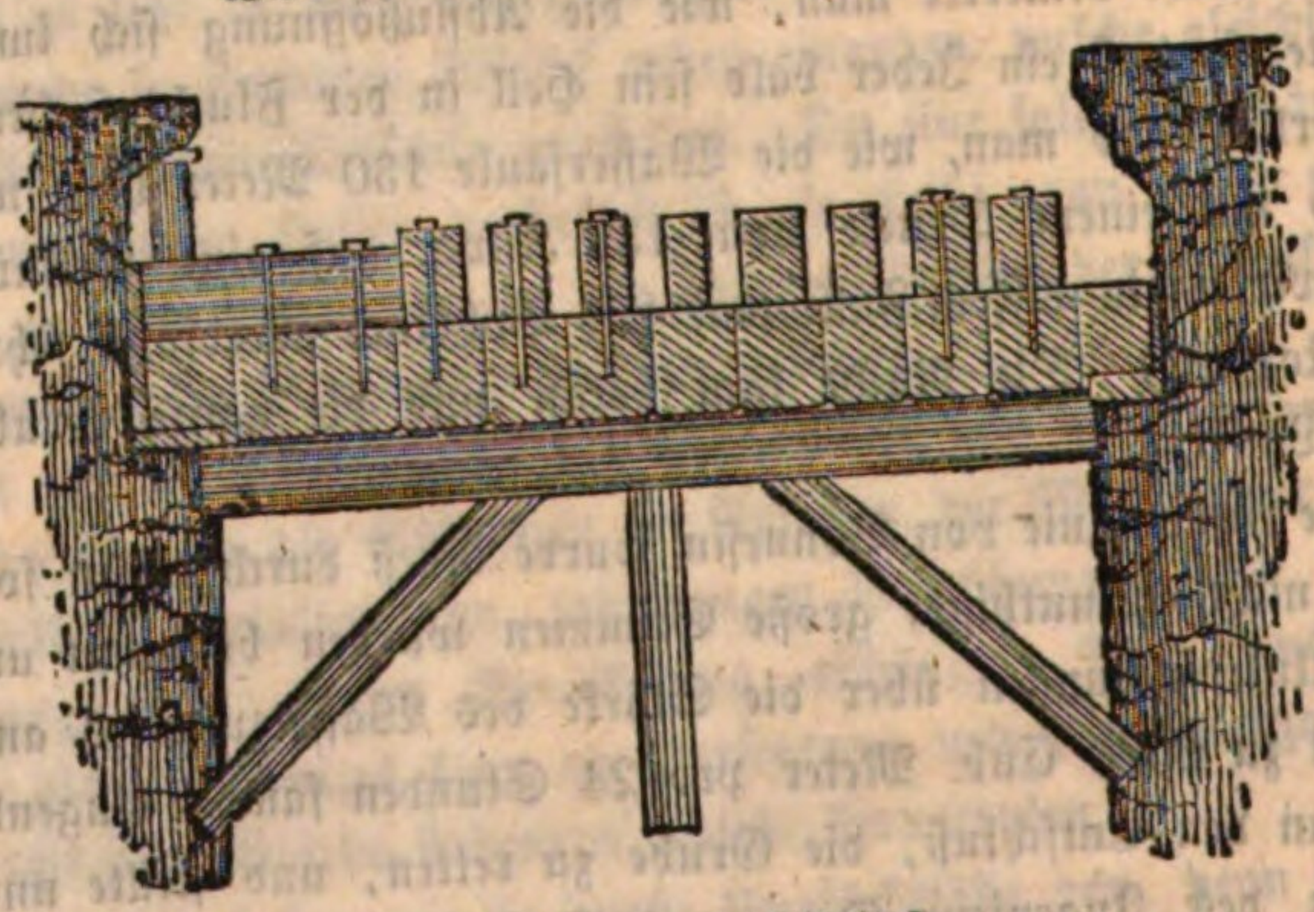
Die Compagnie von Bonnefin wurde indeß durch diesen so harten Schlag nicht entmuthigt; große Summen wurden bestimmt und vorläufige Untersuchungen über die Stärke des Wasserzuflusses angestellt, den man zu 6000 Cub. Meter pro 24 Stunden fand. Augenblicklich faßte man den Entschluß, die Grube zu retten, und stellte unter der Direction des Ingenieur Devaux 4 Maschinen von 416 Pferdekraft zusammen auf die einzelnen Schächte hin. Trotz dieser enormen Kraft hatte man erst sieben Jahre nachher am 15. April 1833 die Wasser gewältigt. Der Druck des Wassers war so gewaltig gewesen, daß die Kohlenpfeiler von ihrer Stelle gerückt waren, das Flötz hatte 0,68 M. Mächtigkeit; die Oeffnung war von dem Wasser auf 4,50 M. erweitert worden. Der Druck auf die Kohlen betrug deshalb 390000 Kilog.

Nachdem man die Wasser gewältigt hatte, wurden die nöthigen Verdämmungen vorgerichtet und in den verschiedenen Schächten angebracht, durch welche die Wasser des alten Mannes hervortreten

konnten. Diese Schächte hatten eine Länge von 5,20 M. und eine Breite von 3,34 M. An den Stößen machte man eine Erweiterung von 0,35 M. und legte in dieselbe eine Verdämmung von Eichenholz, deren einzelne Theile 0,55 M. hoch und 0,45 M. breit waren. Eine Reihe von Plattkeilen von 1,10 M. Breite und 0,60 M. Höhe wurde,



[Fig. 103. Grundriß der Schachtverdämmung.]



[Fig. 104. Durchschnitt.]

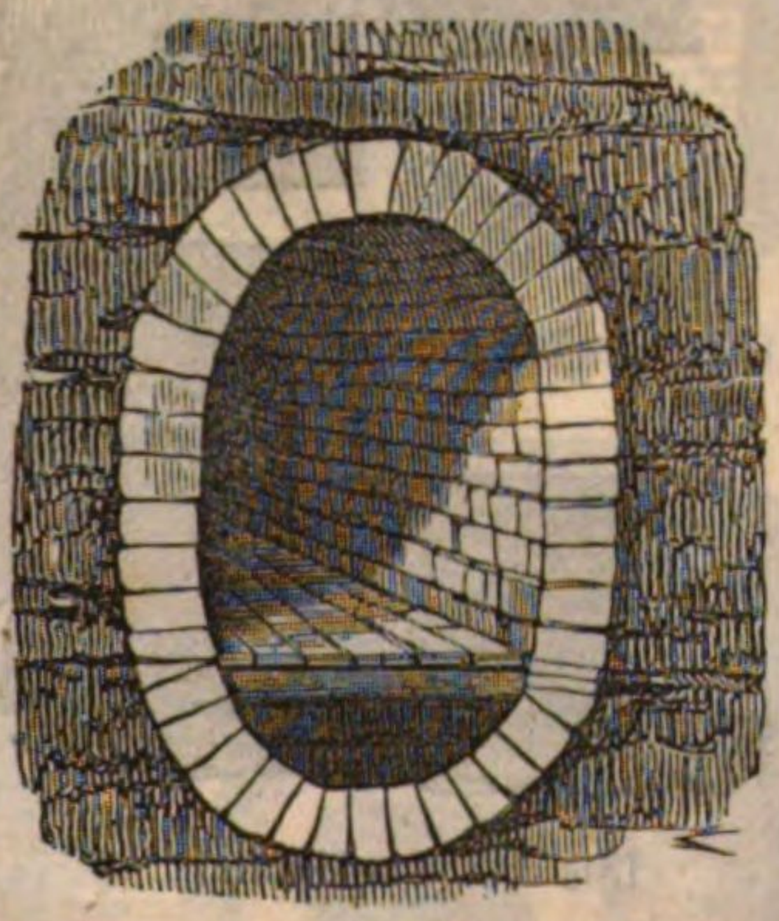
den Kopf nach unten, eingebracht und hierauf die Verbindung zwischen den Keilen und Stößen durch Moos hergestellt. Nunmehr brachte man ähnliche Plattkeile, aber mit der Spitze nach unten, ein, und schritt so mit der Picotage in der gewöhnlichen Weise fort, indem man die langen Seiten der Klötze erst befestigte, und dann zu den Enden ging, die an dem langen Schachtstoße lagen. Hierauf kalfaterte man die einzelnen Klötze unter sich, und legte Querbalken über dieselben, die mit hölzernen Schrauben befestigt wurden, um so jedem

Drucke begegnen zu können. Zuletzt unterstützte man von unten den Damm durch ein festes Gerüst, und verstopfte die Bohrlochöffnungen, welche während der Construction das Wasser fallen ließen, wodurch dasselbe über dem Damme bis zu 80 Meter in die Höhe stieg. Die geringste Steighöhe betrug 50 Meter, d. h. die Last war also gleich 1221300 Kilog., mithin pro Fuß der Zimmerung 101775 Kilog.

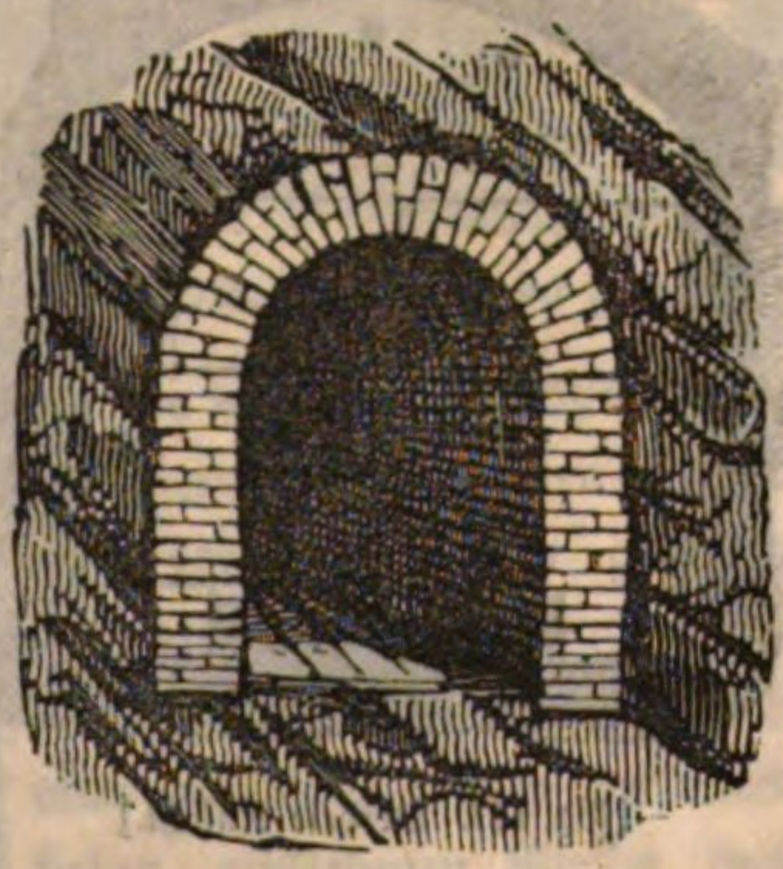
Einzelne Brüche kamen wohl später noch vor; im Ganzen aber war die Grube gerettet, und gab so eins der denkwürdigsten Beispiele von Ausdauer und Energie.

Grubenmauerung.

Sehr weite Strecken, die lange Zeit offen bleiben und wenig Unterhaltungskosten haben sollen, setzt man gewöhnlich in Mauerung; bei engeren Grubenräumen findet dies aber auch dann statt, wenn mit ihnen ein lettiges Gebirge durchfahren werden soll, das durch die Luft aufquillt, und dadurch einen Druck ausübt, den die Zimmerung nicht leicht ertragen würde. Eine vollständige Streckenmauerung besteht aus dem Firstengewölbe, aus an den Stößen aufgeführten Scheibenmauern und einer zweiten Gewölbmauer, die dem Drucke der Sohle entgegengesetzt ist. Hierdurch kam man darauf, eine elliptische Mauerung vorzurichten (Fig. 105.); ein Tragewerk liegt über der Wasser-



[Fig. 105. Stollenmauerung.]



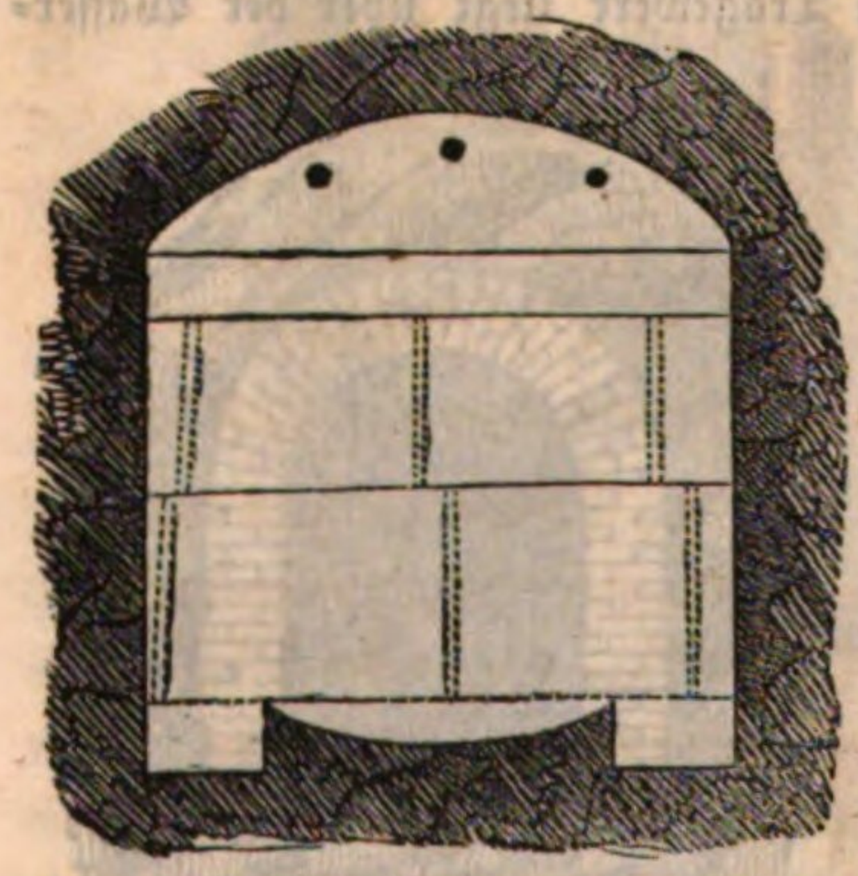
[Fig. 106. Streckenmauerung bei ganzer Sohle.]

seige, und dient zugleich als Förderbahn. Mitunter hat das Gebirge auf der Sohle keinen Druck, dann führt man nur die beiden Scheibenmauern an den Stößen, und die Gewölbmauer an der Firste auf. Welche Mauerung man aber auch ausführen möge, so beginnt man dennoch mit dem Ortsbetriebe, und hält das Gebirge durch eine ver-

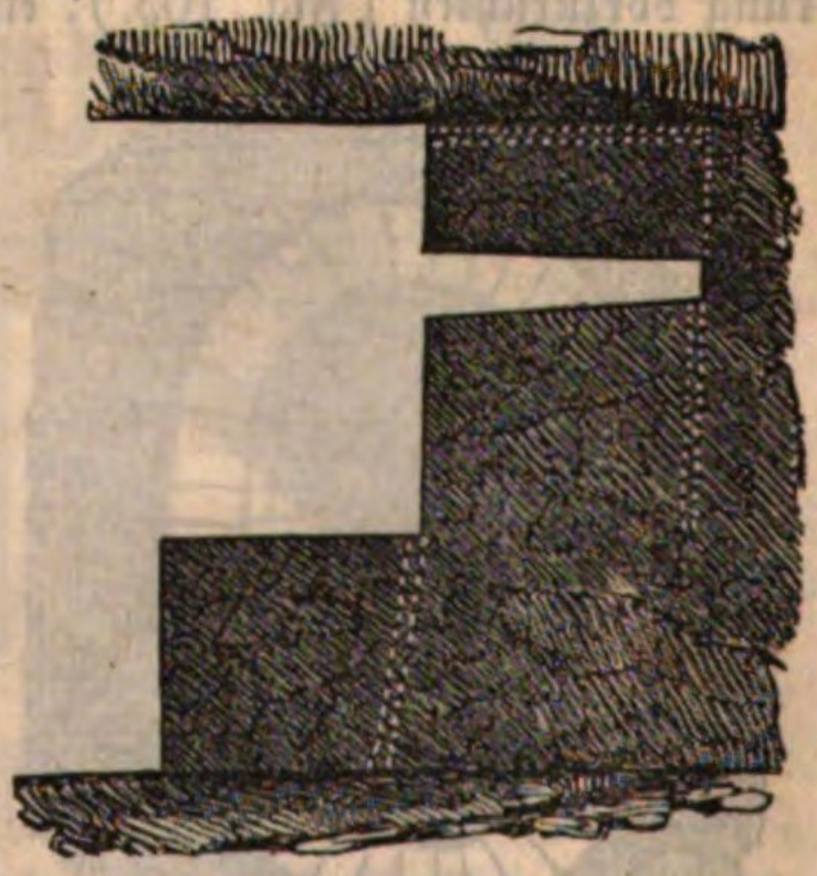
lorene Zimmerung vorläufig, unter der alsdann die Mauerung vorgerichtet wird. Der leere Raum muß zwischen der Mauerung und dem Gestein auf das sorgfältigste ausgefüllt werden, um den Gebirgsdruck auf die ganze Mauerung gleichmäßig zu vertheilen. Die Mauerung selbst geschieht wie über Tage, nur das man in der Grube so wenig Mörtel als möglich nimmt. Zur Ausführung der Gewölbe bedient man sich der Schablonen oder Lehrbogen, über die der Länge nach die Verschalungen d. h. dünne Bretter gelegt werden.

Ebenso wie bei der Zimmerung, so führt man auch die Mauerung je nach den Bedürfnissen theilweise aus; bisweilen werden beide Stoßmauern, mitunter auch nur eine, bisweilen wird nur ein Gewölbe, mitunter nur ein Theil angefertigt; in manchen Fällen bedient man sich selbst der Zimmerung und Mauerung zusammen. Alles dies sind Arbeiten von einer großen Einfachheit, sobald die Strecke nicht weiter als 2—3 Meter ist.

Haben die Strecken indeß einen größeren Querschnitt, und ist das Gebirge, in dem sie geführt werden, so fest, daß der Ortsbetrieb der Mauerung durchaus voraus gehen kann, so wird der letztere, wie dies bereits oben gesagt wurde und auf den Fig. 107. und 108. angedeutet ist, strossenweise und durch Bohren und Schießen geführt.



[Fig. 107. Vordere Ansicht.]

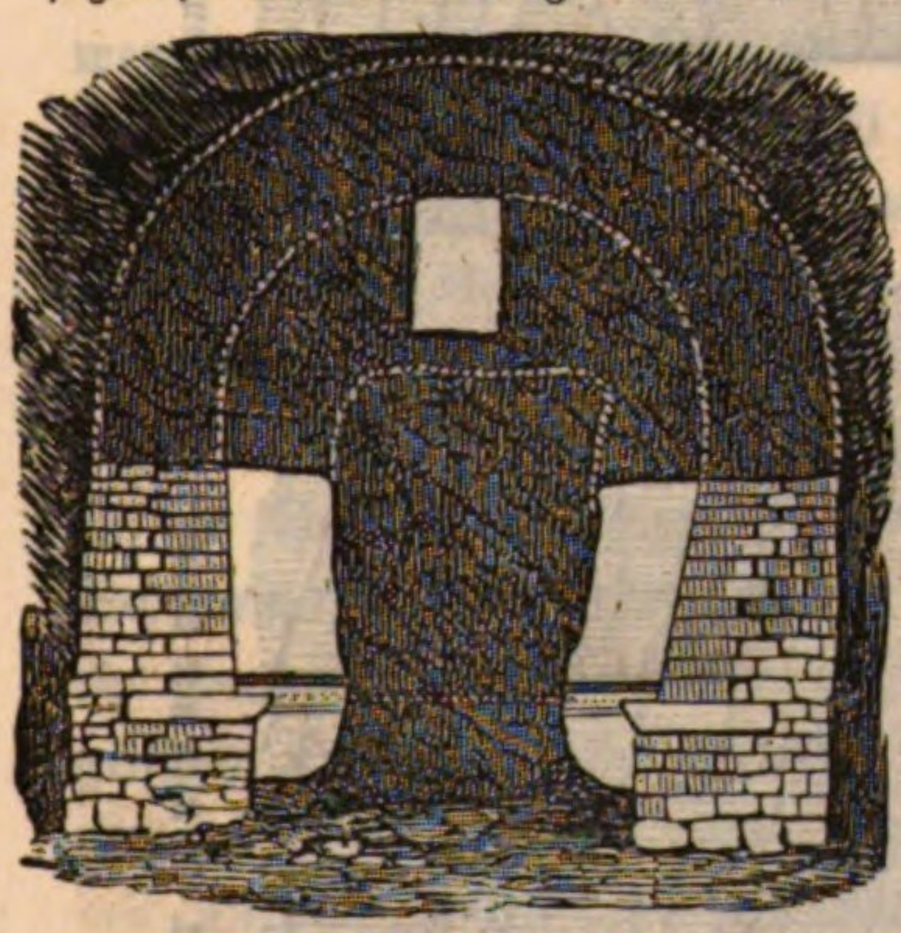


[Fig. 108. Durchschnitt.]

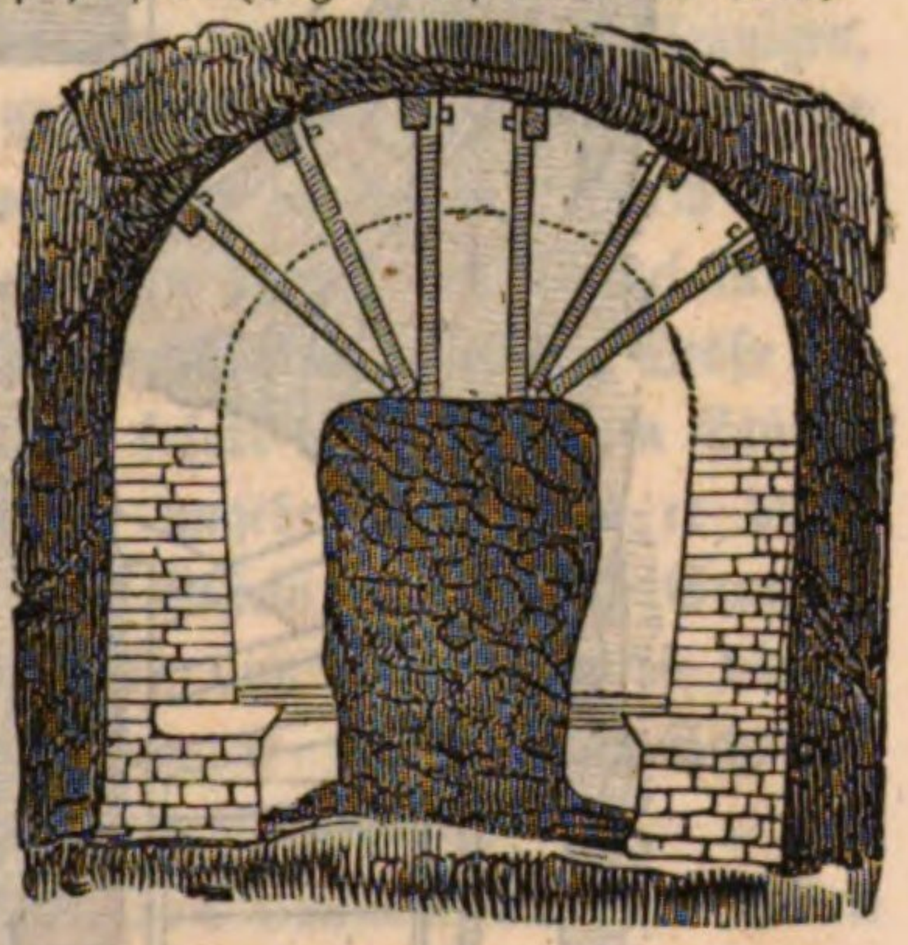
In dem nebenstehenden Falle hat z. B. die Strecke eine Höhe von 5 Meter. Man kann also das Ort in drei Strossen angreifen. Die oberste Strosse wird unterschrämt, worauf man dicht unter der Firste 3 Bohrlöcher ansetzt, die beiden unteren Strossen werden gleichfalls eine jede durch 3 Bohrlöcher weggethan, und ist so das Ort fertig, dann wird die Mauerung nachgeführt. Bei nicht so festem Gebirge,

welches deshalb kein so freies und vollständiges Verfahren erlaubt, müssen Ortsbetrieb und Mauerung stückweise folgen.

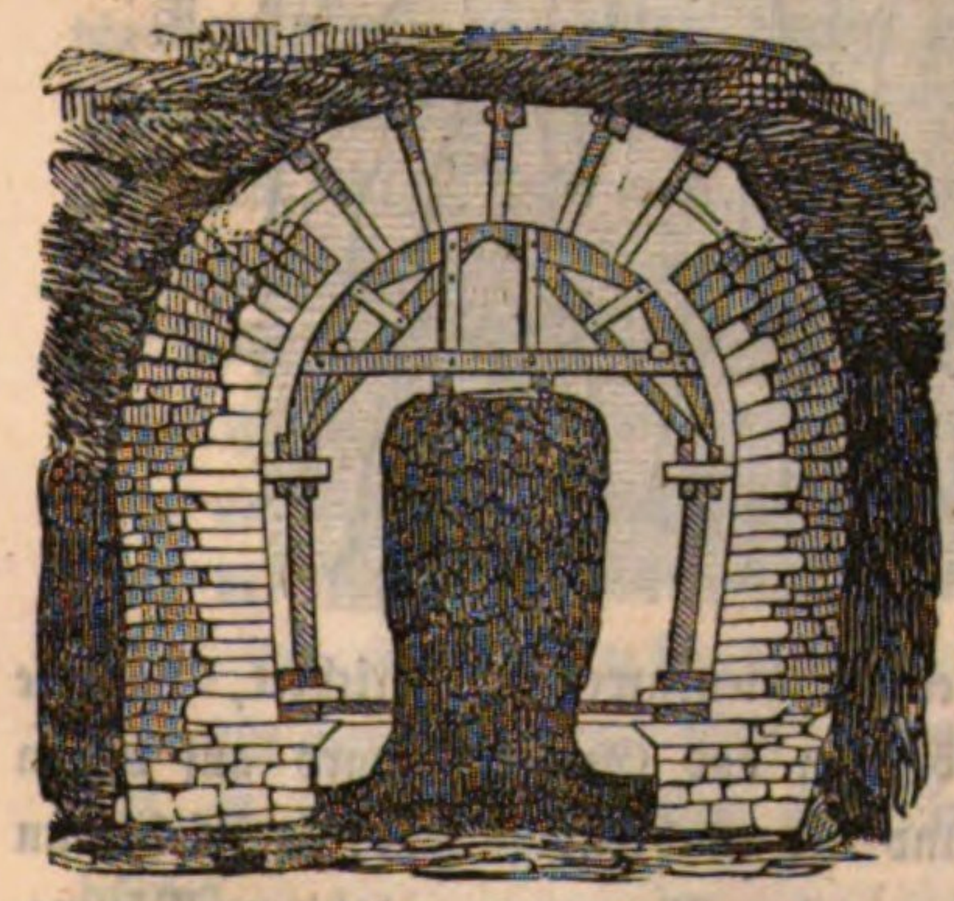
Nehmen wir als Beispiel den Tunnel, welchen man behufs der Durchführung des Canal de Bourgogne getrieben hat. Zuerst nahm man drei gewöhnliche Strecken in Angriff, von denen zwei eine Höhe von 3 Meter auf eine Breite von 2,50 M., und die dritte eine Höhe von 2 Meter auf eine Breite von 1,50 M. hatten. In den ersteren Strecken brachte man die Scheibenmauerung ein, und die letztere wurde unterhalb der Firste geführt; hierauf holte man die Firste nach, so daß nur in der Mitte ein Pfeiler stehen blieb, auf den man eine verlorene Zimmerung zur vorläufigen Unterstützung der Firste aufsetzte, die einen Durchmesser von 5 Meter besaß. Hierauf richtete man von 3 Meter zu 3 Meter die Schablonen mit den Verschalungen vor, und setzte so die Mauerung mit aller Vorsicht fort (Fig. 109., 110. u. 111.).



[Fig. 109. Mauerung der Scheibenmauern.]



[Fig. 110. Nachnahme der Firste.]

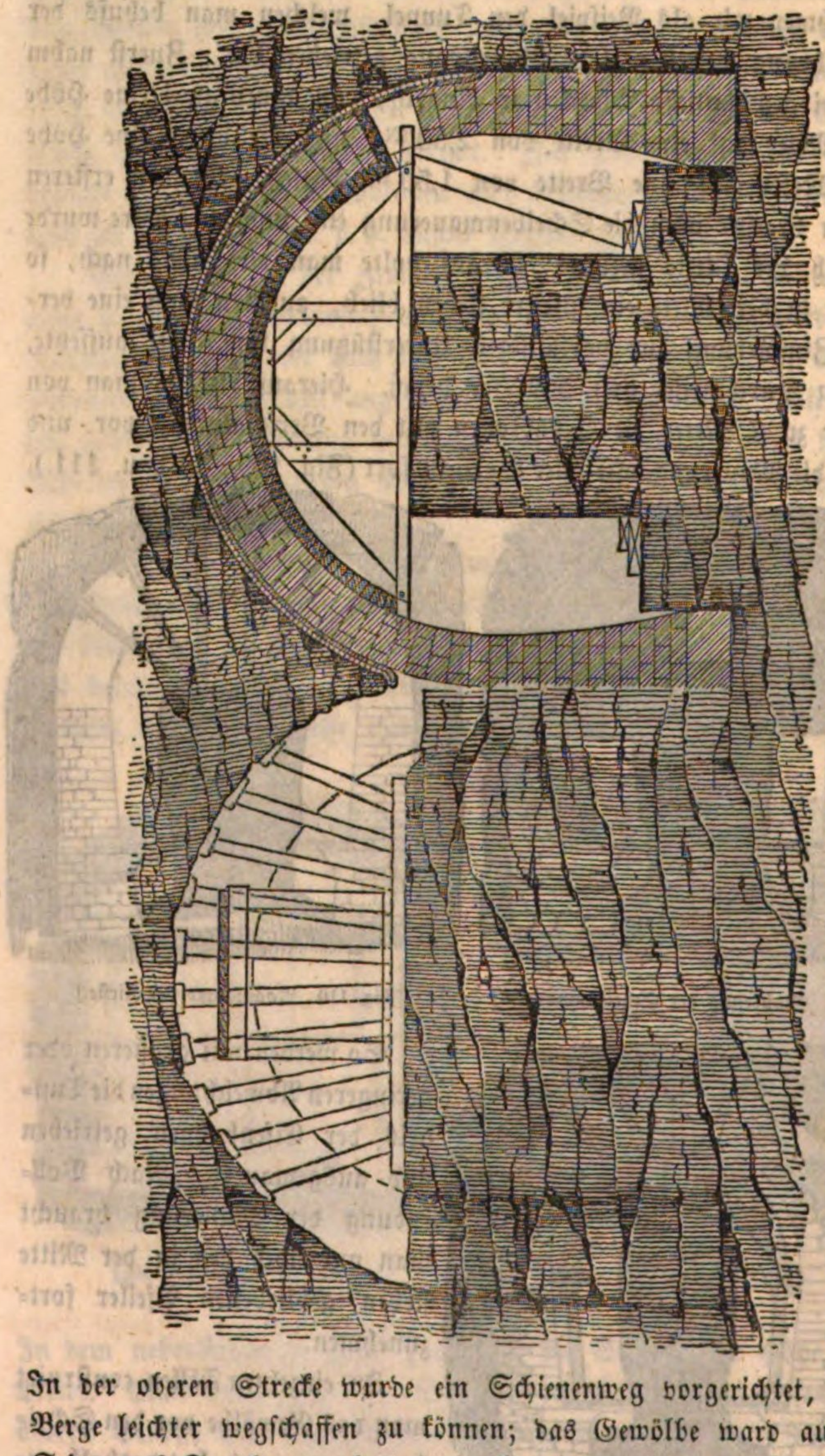


[Fig. 111. Stellung der Schablonen und Mauerung des Gewölbes.]

So werden mit größeren oder geringeren Abweichungen die Tunnels der Eisenbahnen getrieben und ausgemauert. Nach Vollendung der Mauerung braucht man nur noch den in der Mitte stehen gebliebenen Pfeiler fortzunehmen.

In einzelnen Fällen construirt man das Gewölbe vor den Scheibenmauern, und hat deshalb zuerst eine obere Strecke getrieben, die auf das sorgfältigste ausge-

zimmert wurde. Dies war z. B. bei dem doppelten Tunnel von Batignolles auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain der Fall.



[Fig. 112. Betrieb und Ausmauerung des doppelten Tunnels von Batignolles.]

In der oberen Strecke wurde ein Schienenweg vorgerichtet, um die Berge leichter wegschaffen zu können; das Gewölbe ward auf beiden Seiten auf Sandlager gelegt, und als es beendigt war, so trieb man an den Stößen die zur Aufführung der Mauerung nöthigen Räume, und unterstützte während dessen die obere Mauerung durch Stempel,

welche nach und nach den Scheibenmauern Platz machten. Aus Fig. 112. ist es ersichtlich, welchen Gang die Arbeit genommen hat, nämlich erstens: Betrieb einer kleinen Strecke an der Firste des Tunnels, zweitens: Nachreißen der ganzen Firste und Anbringen einer verlorenen Zimmerung, drittens: Anbringung der Schablone und Construction des Gewölbes, viertens endlich Aufmauerung der Scheibenmauern.

Hieraus sieht man, wie bei so großen Arbeiten die Genauigkeit und feste Beschaffenheit der verlorenen Zimmerung zum Gelingen der Mauerung von großer Wichtigkeit ist. Deshalb hat man es auch für einzelne Fälle zweckmäßig gehalten, Schablonen von Guß- oder Stabeisen bei der Ausführung eines Gewölbes anzuwenden. Auf dem Canale von Harecastle, der von Liverpool nach Trent und Merseh geht, hat der Ingenieur Telfort einen Tunnel von 2700 Toisen Länge, 5 Meter Höhe und 4,60 M. Breite, (1,50 M. zur Vorrichtung eines Leitweges mitgerechnet), also construirt: um den Betrieb zu beschleunigen, ließ er 15 Schächte von 40—50 Meter Tiefe bis zu dem Niveau des Canals abteufen und einen Gegenortsbetrieb vorrichten. Durch diesen schwunghaften Betrieb brachte er es allein dahin, den Tunnel in drei Jahren zu vollenden, vor jedem Orte griff man zuerst die Stöße an, dann wurde die Firste nachgerissen und sofort die in einzelnen Stücken in den Schacht gelassenen Schablonen angebracht, welche er durch Schrauben mit einander verband. Das Gestein wurde durch Stempel, die zuerst gegen die eisernen Schablonen und dann gegen die darauf gelegten Bohlen gestützt wurden, abgefangen. Sobald zwei Schablonen gesetzt waren, legte man sofort die Bohlen darauf.

Dieser Tunnel kann als Muster von Construction aller weiten Strecken dienen, die entweder zum Abflusse der Wasser oder zur Navigationsförderung benutzt werden sollen. In vielen Gruben erreichte man durch Anlegung eines solchen Canals bedeutende Ersparnisse. Die Fig. 113., 114., 115. und 116. zeigen zur Genüge erstens die vollständig ausgeführte Mauerung des Tunnels von Harecastle, zweitens die Details der Construction des Leitweges, welcher über dem Wasser durch gedrückte Gewölbe getragen wird. Wenn das Gebirge fest genug war, um keiner vollständigen Mauerung zu bedürfen, so konnte man statt des künstlichen Leitweges einen Vorsprung des Gesteins stehen lassen, wie man dies z. B. auch bei dem Tunnel des Canals von St. Quentin gemacht hat. Wir haben wohl nicht nöthig zu bemerken, daß alle Navigationsstollen nicht immer so großer Dimensionen bedürfen.

Beim Abbau bedient man sich endlich auch der Mauerung, um

[Fig. 117. Streckengewölbe beim Firstenbau.]

die darüber liegenden Berge zu tragen. Ein Beispiel wird uns in Fig. 117. gegeben, welche das Gewölbe eines Firstenbaues darstellt und aus den sächsischen Gruben entnommen ist.

Bei dem Abbau kommen öfters Mauerungen vor, die indeß gewöhnlich trocken aufgeführt werden. Hiervon ist indeß der Fall ausgenommen, wo man gemauerte Dämme vorrichten will, und deshalb eines hydraulischen Mörtels bedarf, um die Mauerung undurchdringlich zu machen.

Schachtmauerung.

Die Schachtmauerung ist entweder eine runde oder elliptische; man bedient sich dabei der behauenen Bausteine und besonders der Ziegel. Am einfachsten ist das Verfahren, wenn man den Schacht bis auf eine gewünschte Teufe niederbringen kann, während des Abteufens eine verlorene Zimmerung anbringt und alsdann später die Mauerung von der Sohle an in die Höhe führt.

Die Schachtmauerung ruht auf einem Geviere, dessen Jöcher in die Schachtstöße eingelassen werden, auf diesem Geviere ruht ein zweites Geviere, das die Form des Schachtes hat und ebenfalls von Eichenholz ist, worauf man in gewissen Entfernungen neue hölzerne Träger einschlägt, damit die ganze Last nicht auf den unteren Gevieren allein liegt. Ist die Schachtsohle nicht fest, so müssen vorher Pfähle eingerammt werden, auf die ein Rost gelegt werden kann. Die verlorene Zimmerung bleibt hinter der Mauerung stehen; der Raum um dieselbe herum muß übrigens auf das sorgfältigste ausgefüllt werden.

Mitunter kömmt es vor, daß man mit Einbringen der Mauerung nicht bis zum vollendeten Abteufen des Schachtes warten kann; dann mauert man den Schacht stückweise aus, und legt die einzelnen Trajöcher in das Gebirge, die alsdann fortgenommen werden, sobald ein zweites Stück Mauerung von unten herauf bis an dessen Basis gekommen ist, und die obere provisorische Unterstützung überflüssig macht. Endlich kommt es vor, daß man ein wasserhaltiges Gebirge zu durchteufen hat, das durch eine gute Mauerung zurückgehalten werden kann.

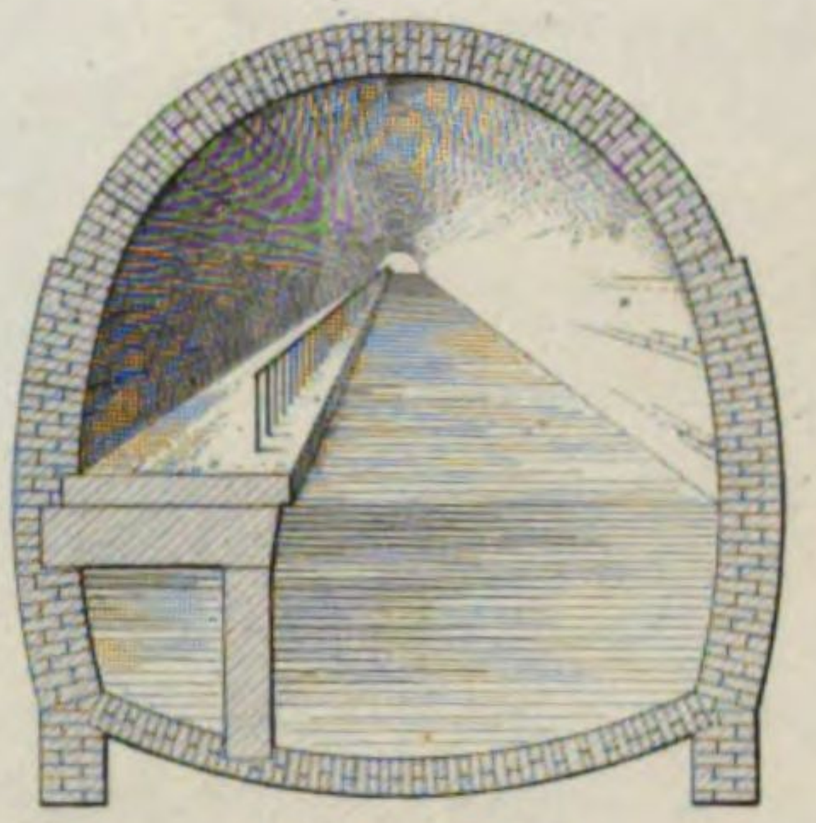


Fig. 113.

Durchschnitt des Tunnels von Harecastel.

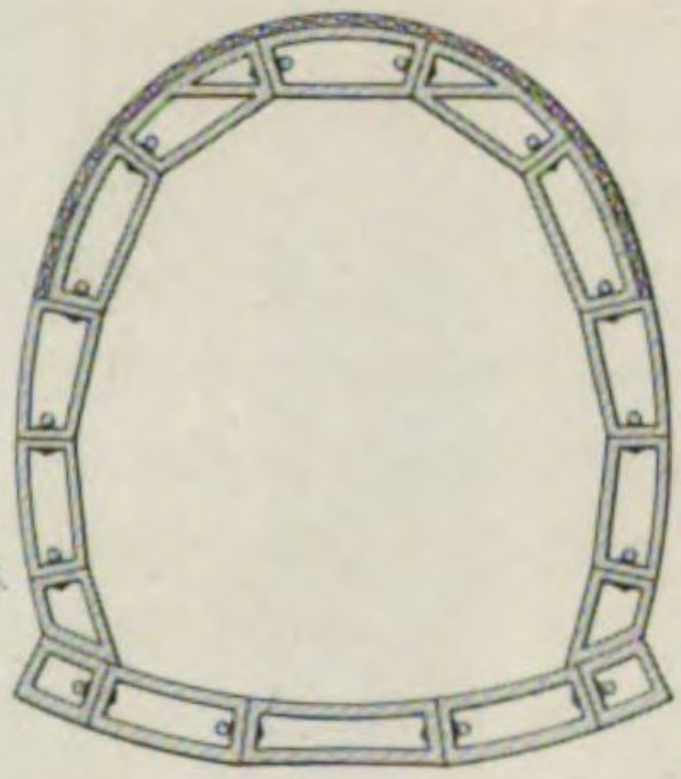


Fig. 114.
a

Vordere Ansicht einer eisernen Abtreibevorrichtung.

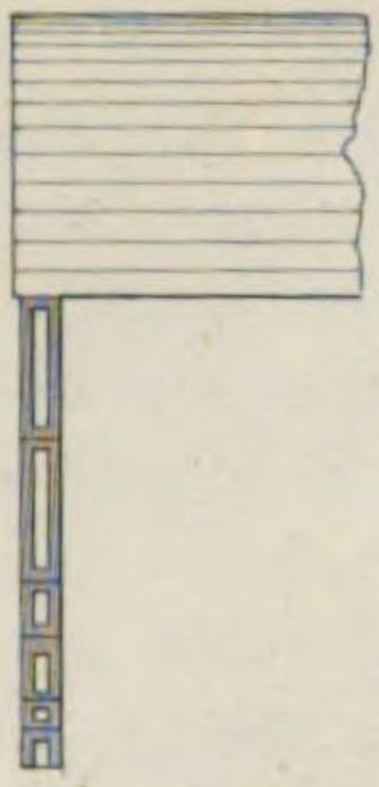


Fig. 114.
b

Seitenansicht derselben.

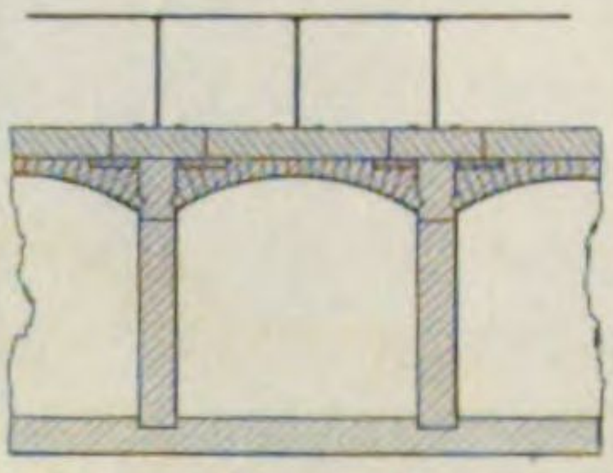


Fig. 115.

Seitenansicht des Leitweges.

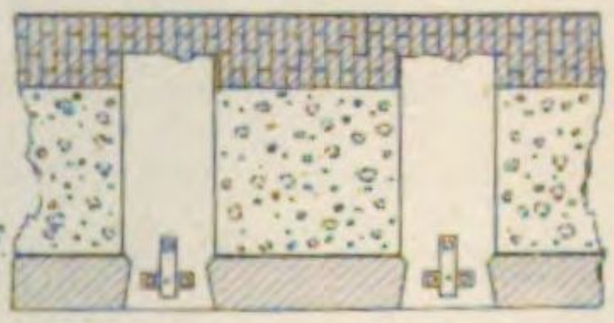


Fig. 116.

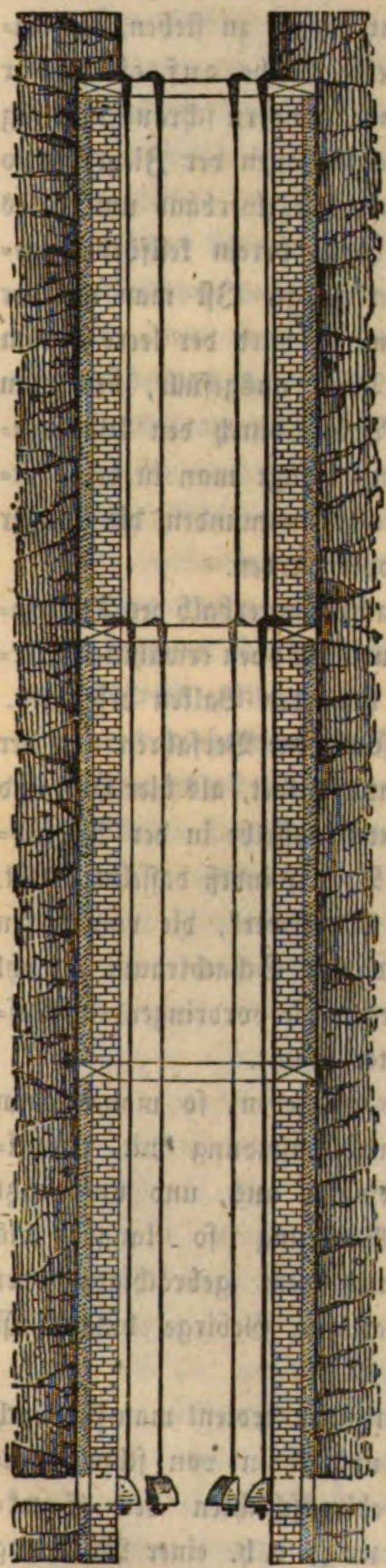
Grundriss.

E. Wormser sc.

Tunnel von Harecastle.

(Staffordshire)

In solchen Fällen muß die Mauerung mit dem Abteufen fast gleichen Schritt halten. Diese Methode nennt man in England Quaffering, und hat sie in alle den Fällen statt der Cuvelage angewandt, wo es der Druck der Wasser überhaupt nur erlaubte. Sie wurde in Frankreich in den Bassins von Tins und Vigan zuerst mit großem Erfolge ausgeführt.



[Fig. 118. Niederbringen eines Schachtes mit stückweise nachgeführter Mauerung.]

Nach diesem Verfahren muß man bei beginnendem Abteufen für eine kräftige Wasserhebungsmaschine Sorge tragen, wodurch die bei dem Betriebe zufallenden Wasser gewältigt werden. Das Abteufen selbst geschieht genau so wie wir es oben bei Niederbringung einer Avaleresse erörterten, d. h. man fährt zu Anfange mit dem Abteufen ohne Unterbrechen fort, bis man auf eine feste und undurchdringliche Schicht angekommen ist, auf die man die Mauerung basirt. So wird mit dem Mauern und Abteufen fortgefahren. Da indeß das Gewicht einer Mauerung beträchtlicher wie das einer Cuvelage ist, und man sich auf die Festigkeit der Bänke, auf denen die Mauerung ruht, nicht verlassen kann, so muß man zur Vermeidung jedes Unfalles einige besondere Vorsichtsmaßregeln anwenden.

Zu diesem Ende werden oberhalb der Mauerung zwei starke Balken in Kreuzform über einander gelegt und in den Schachtstoß auf das Festeste eingekeilt. An diesen Balken werden nun starke eiserne Klammern angebracht, von denen die Mauerung von oben her getragen wird. Auf Fig. 118. ist dieses Verfahren abgebildet und das Nähere zu ersehen.

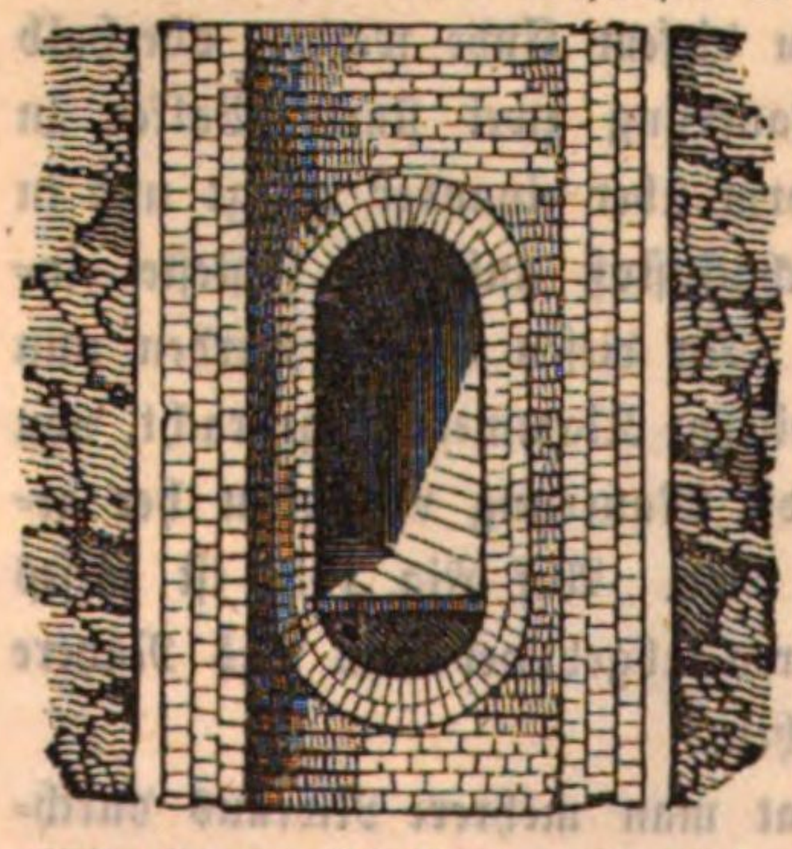
Hat man mehrere Niveaus durchteuft, und ist die Arbeit durch den Was-

ferandrang sehr behindert, so wird auf der ersten festen Bank ein Tragejoch gelegt, das um 0,12 M. breiter als die Mauerung, also etwa 0,48 M. breit ist. Die Oberfläche dieses Gevieres ist gleich einer Schraubenlinie, die Mauerung selbst kommt darauf zu stehen, die einzelnen Ziegelreihen bilden deshalb nicht eine Reihe auf einander liegender in sich zusammenhängender Ringe, sondern schraubenförmig gewundene Streifen, wodurch offenbar das Behauen der Ziegel, also Zeit gewonnen, und der sonst so mangelhafte Ziegelverband um Vieles besser wird. Sind die Ziegel indeß von vorne herein keilförmig geformt, so werden sie genau neben einander gelegt. Ist man mit der Mauerung 0,30 M. in die Höhe gekommen, so wird der leere Raum zwischen derselben und dem Gestein mit Thon ausgefüllt, den man alsdann fest stampft. Um während der Arbeit durch den Wasserzudrang nicht allzu sehr belästigt zu werden, bringt man in dem Letten Röhren an, die unterhalb des Tragejoches ausmünden, die Wasser dem Sumpfe zuführen und späterhin verstopft werden.

Bevor man nun mit Abteufen des Schachtes unterhalb des Trageloches weiter fortfährt, muß man das letztere durch die oben erwähnten eisernen Klammern an die über dem Schachte liegenden Balken befestigen.

Es ist hieraus ersichtlich, wie das beschriebene Verfahren von der gewöhnlichen Cuvelage nur in soweit sich unterscheidet, als hier Holz und dort Mauersteine angewandt werden, wodurch dasselbe in der Ausführung allerdings etwas modificirt wird, im Princip indeß dasselbe bleibt. Man erhält eine Schachtumkleidung von Mauerwerk, die von Letten auf der äußeren Seite umhüllt wird und den Schachtraum sowohl gegen den Druck des Gebirges als auch gegen die vordringenden Wasser bis zu einem Drucke von 10—15 Meter schützt.

Soll aus dem Schachte eine Strecke ausgehen, so mauert man die Streckenmündung mit doppeltem Gewölbe aus, und unterstützt diese Mauerung so lange, bis man aus dem gebrächigen oder wasserhaltigen Gebirge hinaus ist (Fig. 119.).



[Fig. 119. Durchschnitt einer Strecke in einer Schachtmauerung.]

Mitunter bedient man sich auch zum Durchfahren von schwimmenden Gebirgsschichten der Senkmauerung, d. h. einer Mauerung die schon über Tage auf dem Kranze angefertigt und durch ihr eigenes

Gewicht durch das Gebirge niedergesenkt wird. Ein ähnliches Verfahren wandte man nach einem ungeheuren Maßstabe bei Niederbringung der Schächte des Temsetunnels an.

Der Betrieb dieses Tunnels ist überhaupt eine der merkwürdigsten Unternehmungen, die wohl je unter Tage ausgeführt wurden. Von allen Seiten drängten sich bei dieser Riesenarbeit die Hindernisse und Schwierigkeiten zusammen, und es sei uns erlaubt, einen kurzen Ueberblick derselben zu geben, worin wir Alles zusammenfassen werden, was über solchen Betrieb überhaupt nur zu sagen ist.

Nachdem man durch drei Reihen von Bohrlöchern das Vorhandensein einer ziemlich mächtigen Thonschicht unmittelbar unter dem Themsebette nachgewiesen hatte, die den Tunnelbetrieb möglich machen konnte, begann man die Arbeit im Jahre 1824. Durch die Bohrversuche hatte man aber auch gleichfalls gefunden, daß unter der erwähnten Thonschicht ein 15 Meter mächtiges Lager von schwimmendem Sande vorhanden war, welches also bei dem Ortsbetriebe gleichfalls vermieden werden mußte. Da es nun unmöglich war, den Tunnel in noch größerer Teufe zu führen, so mußte man sich schon entschließen, den Betrieb zwischen der Thonlage und dem schwimmenden Gebirge, also mit drohenden Gefahren von unten und oben vorzunehmen.

Zuvörderst teufte man einen Schacht ab, um auf die Sohle des projectirten Tunnels niederzukommen. Man konnte dies auf folgende Weisen vornehmen: 1) den Schacht abteufen, während des Abteufens verlorene Zimmerung anbringen, und alsdann später die Mauerung von unten nach oben vornehmen; 2) konnte sich der Schacht so lange nicht halten, dann mußte die Mauerung dem Abteufen unmittelbar nachfolgen, und entweder auf einzelnen stehen gelassenen festen Gebirgsschichten jedesmal aufsitzen oder durch von Tage aus in den Schacht hinabreichende eiserne Klammern gehalten werden; 3) war das Gebirge zu druckhaft oder war es schwimmend, daß man mit dem Abteufen nicht 1 Met. ohne die festeste Mauerung oder Zimmerung vorgehen konnte, so mußte man die Abtreibezimmerung in Anwendung bringen; 4) endlich konnte man sich der Senkzimmerung oder Senkmauerung bedienen.

Bei der gewaltigen Weite der Themsetunnelschächte konnte man sich der ersten Verfahrungsarten wohl nicht gut bedienen, und Herr Brunel bestimmte sich darum zu der Senkmauerung.

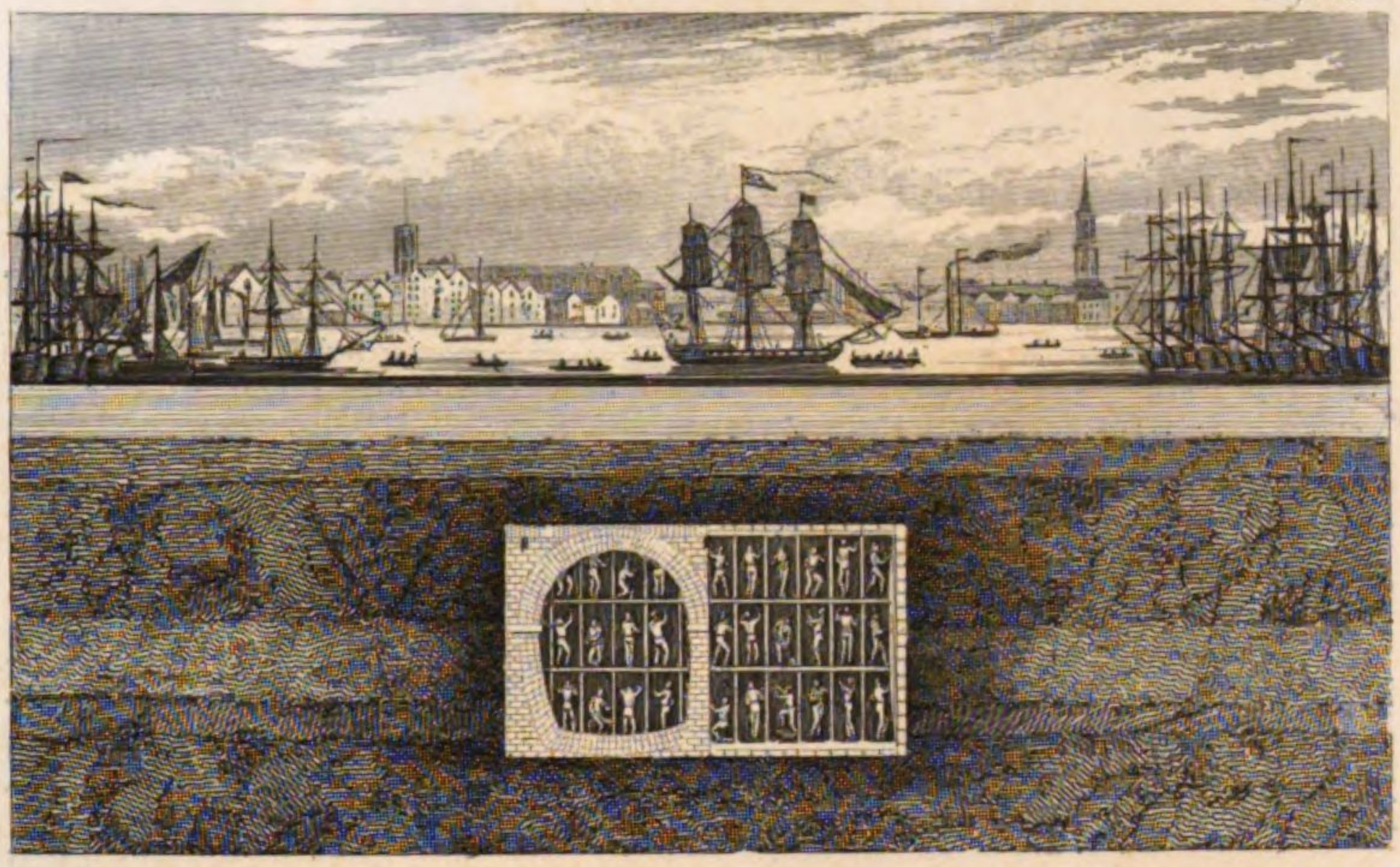
Der Schacht sollte 35 Meter vom Themseufer abstehen und 16 Meter im Durchmesser haben. Herr Brunel ließ zu diesem Zwecke einen hölzernen Kranz vorrichten, auf dem die Mauerung zu stehen kommen sollte, und der selbst auf einen unten scharf zulaufenden guß-

eisernen Ring gestellt wurde. Man errichtete hierauf einen Mauercylinder, der 16 Meter im Durchmesser und 12 Meter Höhe hatte; die Mauer selbst war 0,90 M. stark, mit einem hölzernen Kranze gleichfalls bedeckt, und oben wie unten mit Schrauben und Klammern auf das Festeste verbunden. In mehreren auf einander folgenden Entfernungen hatte man zu noch größerer Sicherheit hölzerne Kränze von 0,30 M. Breite in das Mauerwerk eingelegt und ließ dieselben in solcher Gestalt durch die wasserhaltigen Schichten, die fast schwimmendes Gebirge genannt werden konnten, 10 Meter tief hinabsinken. Von hier aus stand der Schacht bis zu 20 Meter Teufe in ziemlich festem Gebirge, und man war im Stande, die Mauerung von unten nach oben zum Anschluß an die darüber liegende Senkmauer auszuführen. Dort angekommen, senkte man innerhalb des Schachtes eine Senkmauer von 8 Meter Durchmesser ein, um sich so einen Sumpf zu bilden. Kaum war man indeß einige Meter tief gekommen, als das Terrain sich plötzlich veränderte und man den unteren schwimmenden Sand angefahren hatte. Nichts desto weniger gewältigte man die vordringenden Massen und brachte die Mauerung so ein, daß ein genügend großer Sumpf vorhanden war, und die gewaltige Strecke unter der Themse begonnen werden konnte, ohne von den einfallenden Wassern gestört zu werden, die in den Sumpf gingen und von dort aus durch Dampfmaschinen in die Höhe geschafft wurden.

Bei dem Ortsbetriebe des Tunnels konnte man die gewöhnlichen Verfahrungsarten wohl nicht gut in Anwendung bringen. Das Ort strossenweise zu treiben und die Mauerung später nachzuführen war ein Ding der Unmöglichkeit; Abtreibezimmerung war bei einer so weiten Strecke ebenfalls nicht gut zu benutzen. Es blieb also nur die bei Arbeiten von so großem Durchmesser gewöhnliche Methode übrig, den Raum nämlich in mehrere Theile zu bringen, statt eines großen Ortes mehrere kleine Oerter zu führen, und diese nach und nach mit einander zu verbinden. Aber auch dies Verfahren durfte wegen der großen Wichtigkeit des Unternehmens nicht in Ausführung kommen, weil die stückweise in einem unsicheren Gebirge ausgeführte Mauerung keine genügende Garantie bieten konnte, und als Ganzes vielleicht nicht die gehörige Festigkeit besaß.

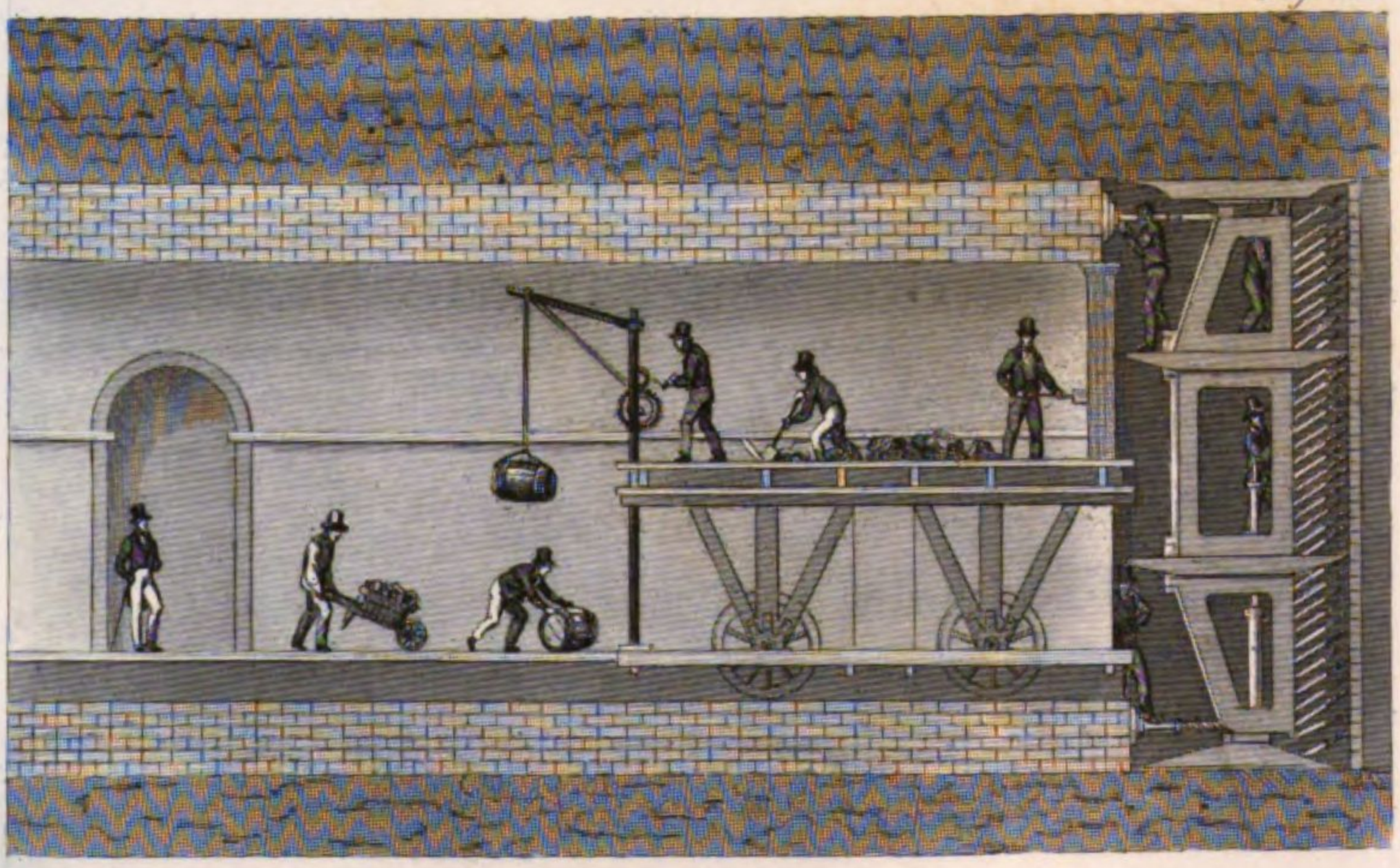
Um also die beiden gewölbten Tunnelstrecken zu treiben, bedurfte man eines rechtwinkligen Ortes von 10,60 M. Breite auf 6,30 M. Höhe; ein solcher Raum konnte indeß nicht durch die gewöhnlichen Verfahrungsarten gebildet werden. Der Tunnel sollte in der Mitte des

Fig. 120.



Durchschnitt des Themsetunnels.

Fig. 121



Längendurchschnitt des Themsetunnels.

Flusses 13,50 M. unter dem höchsten Wasserstande fortgehen, und hatte hier nur eine wenige Meter starke Thonlage über sich.

Um deshalb alle diese Schwierigkeiten zu besiegen, bediente sich Herr Brunel eines Apparates, den er Schild nannte, und der aus 12 gußeisernen Rahmen (Fig. 120. u. 121.), die einer neben dem andern stehen, zusammengesetzt ist. Man hatte die 12 Rahmen in drei über einander liegende Abtheilungen gebracht und in jeder derselben einen Arbeiter gestellt. Die Rahmen waren nun durch Druckschrauben mit der Mauer verbunden. Die freie Firste ward durch Bohlen unterstützt. Das anstehende Ort mit kleinen Brettchen bekleidet, die gegen das Gebirge vermittelst durch die Rahmen gehender Schrauben gepreßt, von den Arbeitern fortgenommen und nach bis 0,20 M. Teufe etwa erfolgter Aushöhlung wieder vorgelegt wurden, so daß das ganze Ort stets gleichmäßig vorwärts ging. War in all' den einzelnen Arbeiterabtheilungen das Gebirge auf 0,20 M. fortgenommen, so rückte man das Schild weiter, schraubt zuvörderst die Schrauben eines Rahmens los, mit denen die Bretter gegen das Ort gepreßt wurden, und treibt den ganzen Rahmen durch gegen die Mauer anstehende Schrauben um 0,20 M. vorwärts. In gleicher Weise verfährt man mit den übrigen Rahmen, und schafft so das ganze Schild gleichmäßig weiter. Die Mauerung wird unmittelbar dahinter geführt (Fig. 121.)

Trotz der Schwierigkeiten des Unternehmens und den zusammengesetzten Betriebsvorrichtungen ging man in achtzehn Monaten dennoch mit dem Betriebe 160 Meter vorwärts. Als man sich aber der Mitte des Flusses näherte, so wurde die beschützende Thonlage immer dünner und die Wasser stürzten zwei Mal in den Tunnel. Nun mußte man in der Themse selbst arbeiten, um mit Thon die trichterförmige Oeffnung, welche sich in dem Flußbette gebildet hatte, zu verstopfen, wozu man bei der einen nicht weniger als 3000 □ Meter Letten bedurfte. Nachdem die gefährliche Stelle indeß passirt und hier der Tunnel in Mauerung stand, verspundete man das Terrain mit dem Gewölbe, so daß kein weiterer Einbruch der Wasser zu befürchten war.

Nach verschiedenen Unterbrechungen ward vor Kurzem endlich das enorme Werk vollendet.

Es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß man das sinnreiche Verfahren des Herrn Brunel auch an anderen Orten, wo es sich um minder großartige Unternehmungen handelt, anwenden werde, da es die einzige Methode ist, welche eine so unmittelbare Nachführung der Mauerung und also die vollkommenste Sicherheit gewährt.

Bevor man indeß bei Anlegung von Eisenbahnen z. B. den Betrieb

eines Tunnels unternimmt, muß man ja vorher prüfen, ob es nicht dennoch vielleicht vortheilhafter wäre, statt eine Strecke unter Tage zu treiben, das ganze Gebirge fortzunehmen und einen offenen Weg zu bilden. Das kommt u. a. auch bei Anlegung von Stollen vor, die in schwimmendem oder äußerst druckhaftem Gebirge getrieben werden sollen, wo es statt ihrer bisweilen, bei weitem vortheilhafter ist, offene Gräben zu ziehen. Ein ähnlicher Fall ergab sich beim Betriebe der Eisenbahn von Polkstone nach Dovre.

Die Bahn hatte schon zwei lange Tunnels passiren müssen, und sollte nun noch an dem Gestade des Meeres ein Kreidevorgebirge von 100 Meter durchfahren. Statt hier indeß einen Tunnel zu treiben, beschloß man die ganze Gebirgsmasse durch Pulver zu sprengen. Zu diesem Zwecke wurde auf der projectirten Sohle eine Strecke getrieben, die als Einbruch gleichsam und dazu dienen sollte, um bei der später folgenden Sprengung das Pulver nicht tiefer wirken zu lassen. Man durchschnitt das Vorgebirge ferner mit drei anderen Strecken, die unter sich parallel, auf der ersten in rechtem Winkel standen, und teufte hierauf 3 Schächte ab, die als Bohrlöcher zur Aufnahme des Pulvers dienen sollte. Auf der Schachtsohle weitete man einen Raum von 3,33 M. lang, 1,50 M. hoch und 1,25 M. breit aus; in diese drei Kammern wurden 9000 Kil. Pulver geladen, und der Raum hierauf durch Sand und Mauerwerk geschlossen. Das gewaltige Pulverquantum entzündete endlich eine galvanische Batterie, die 300 Meter davon aufgestellt war. Der Erfolg war vollkommen, das ganze Gebirge auf eine Länge von 150 Meter gesprengt.

Zehntes Capitel.

Wetterführung.

Ursachen der schlechten Grubenwetter.

Eine der hauptsächlichsten Aufgaben beim Bergbau besteht in der Erhaltung guter Wetter, die nicht nur athembar sein, sondern auch keins jener traurigen Resultate hervorbringen müssen, welche eine stete Folge von Entzündung brennbarer Gasarten sind.

Die Ursachen einer Wetterverschlechterung in den Gruben bestehen in der Regel in dem Ein- und Ausathmen der Arbeiter, dem Brennen der Lampen, dem Schießen mit Pulver, der Zersetzung gewisser mineralischer Substanzen, wie der Schwefelverbindungen, welche sich in schwefelsaure Salze umändern, in dem Selbstbrennen ganzer Kohlenflötze; in dem Faulen des Holzes, in dem Bearbeiten von arsenikalischem oder queckſilberhaltigem Gestein, in der natürlichen Erzeugung schädlicher Gasarten, welche die Gebirgsschichten durchziehen, und in Spalten und Höhlungen, bisweilen auch im alten Mann sich anhäufen.

Die so in den Strecken oder vor Ort sich erzeugenden oder aus Klüften und Spalten hervorgedrungenen Gase setzen sich nach ihrem specifischen Gewichte nieder.

Kohlenwasserstoffgas	specif. Gew.	0,558
Stickstoff	dito	0,976
Atmospärische Luft	dito	1
Schwefelwasserstoffgas	dito	1,191
Kohlensaures Gas	dito	1,524
Arsenikalische und Queckſilberdämpfe	dito	?

Die Kunst der Wetterführung besteht nun in der Anordnung der Maßregeln, durch welche man sich von all' diesen Gasen in dem Maße,

als sie sich entwickeln, befreien kann, und dies geschieht in der Regel durch einen so lebhaften Wetterwechsel, daß sich hierdurch die schädlichen Gase mit der atmosphärischen Luft mengen, und aus der Grube, bevor sie noch schädlich einwirken können, entfernt werden. Immer genügt dies aber nicht, und man muß sich auch mitunter besonderer Mittel bedienen, um die plötzlichen Gasentwickelungen zu unterdrücken oder wenigstens unschädlich zu machen, bis daß jene allgemeinen Vorrichtungen, d. h. der lebendige Wetterzug zur Hilfe kommt. Man muß also die Gegenwart des Gases erkennen, um bei Zeiten jene Maßregeln treffen zu können, wodurch dieselben zerstört, und wenn es möglich ist, ihre Quellen vernichtet werden.

Kommen beim Beginn irgend einer Grubenarbeit, beim Schachtabteufen oder Streckenbetriebe, dem Wetterwechsel nicht besondere Umstände zu Hilfe, so kann das Athmen der Arbeiter und das Brennen ihrer Lampen allein die Beschaffenheit der Wetter schon durchaus verschlechtern, denn es ist eine Thatsache, daß ein Mensch in einer Stunde 800 Litres Luft einathmet, von welcher er den Sauerstoff zum Theil absorbirt (die Luft besteht dem Volumen nach aus neun und siebzig Theilen Stickstoff und ein und zwanzig Sauerstoff), und statt dessen in derselben Zeit 24—25 Lit. Kohlensäure aushaucht; seine Lampe bringt ungefähr denselben Effekt hervor, liefert ebenso viel Kohlensäure und vermehrt gleichfalls das Quantum an freiem Stickstoff.

Die Kohlensäure trifft man so am häufigsten in den Grubengebäuden an, und erkennt sie an ihrem höheren Gewicht; sie liegt gewöhnlich auf der Sohle, und ihr Gemenge mit der Luft bekundet sich sofort durch das schlechte Brennen der Lampen, welche letzteren um so weniger leuchten werden, als Kohlensäure in größerer Menge vorhanden ist, und endlich, wenn das Quantum $\frac{1}{10}$ beträgt, erlöschen. Die Kohlensäure erschwert das Athmen ungemein, und giebt sich dadurch bei den Arbeitern selbst kund; es läßt sich hier indeß schwer bestimmen, bis zu welcher Menge Kohlensäure vorhanden sein kann, um dennoch darin athmen zu können, da hier Körperconstitution und Gewohnheit eine große Rolle spielen. Es giebt Bergleute, welche noch arbeiten können, wenn ihre Lampen schon längst zu brennen aufgehört, es giebt selbst solche, die eine so große Gewohnheit darin erlangt haben, daß sie sich noch, wie man versichert, in den Strecken aufhalten können, wo die Wetter mit mehr als 25% Kohlensäure gemengt sind. Nichts desto weniger muß man, wenn man nicht die größten Gefahren hierdurch herbeiführen will, darauf sehen, daß die Lampen überall mit Leichtigkeit brennen können, und daß die Menge an kohlensaurem Gase

niemals 5% übersteigt; denn dieses Gas, was der Bergmann Schwaden (mofette) nennt, besitzt eine große Neigung sich abzusondern, und kann so eine augenblickliche Tödtung verursachen.

Ein Beispiel möge hier zur Belehrung dienen. Eines Morgens fuhren die Bergleute von Creuzot einer hinter dem andern in den Fahrschacht ein, auf dessen Sohle während der Nacht sich kohlensaures Gas angehäuft hatte. Als der Erste kaum einige Meter über der Schachtsohle anlangte, fiel er todt nieder, ohne auch nur die Zeit zu haben, einen Schrei auszustoßen. Der Zweite folgte ihm sofort; der Dritte sieht seine Kameraden fast neben sich zu Boden stürzen, er bückt sich, um sie zu fassen, und fällt selbst nieder, ein Anderer erleidet, indem er die Uebrigen retten wollte, dasselbe Schicksal, und dies traurige Ereigniß würde sich vielleicht noch weiter verbreitet haben, wenn der fünfte Bergmann nicht ein erfahrener Steiger gewesen wäre, der die Nachfolgenden nöthigte, wieder zu Tage zu fahren.

Diese Unglücksfälle sind namentlich in den Kohlengruben zu befürchten, wo sich mitunter große Mengen von kohlensaurem Gase von selbst entwickeln. In solchen Fällen muß man Ammoniak, kaustisches Kali oder Kalk bei der Hand haben, um hiervon eine Lösung zu bilden, die man alsdann in die mit schlechten Wettern angefüllten Grubenräume bringt, entweder dadurch, daß man sie in einem Schachte vermittelst einer Gießkanne niedertröpfeln läßt, oder durch eine Pumpe in die Strecke einführt. Man muß anderseits die Erzeugung von kohlensaurem Gase und seine Anhäufung so viel als möglich zu hintertreiben und deshalb zu vermeiden suchen, daß in Verwesung begriffenes Holz in den Gruben bleibe und irgend eine andere Verbrennung als die der zum Geleuchte nöthigen Lampen stattfinde; endlich muß man die Kohlenbrände so viel als möglich abzuhalten suchen, und dies geschieht durch undurchdringliche Dämme (corrois), die aus Bergen mit einem Lehmmörtel bestehen.

Zu den aus den Kohlenbränden sich entwickelnden Gasen gehört noch außer dem kohlensauren Gase das Kohlenoxydgas, der Stickstoff, die schwefelige Säure und die Kohlenwasserstoffgase, welche einen eigenthümlichen Geruch haben. Bevor noch die Kohlen ins Brennen gerathen, ist die Grubenluft so drückend und heiß, daß man dies als den gewöhnlichen Vorläufer eines Brandes betrachten kann, und dann ist es auch hohe Zeit, die gehauenen Kohlen fortzuschaffen und die Flötzpartien, von denen man ein Entzünden befürchtet, durch eine Mauer abzuschließen, wobei man die Vorsicht gebrauchen muß, solche

Arbeiter anzuwenden, von deren Körperbeschaffenheit man weiß, daß sie dem schädlichen Einflusse des Gases am längsten trotz bietet.

Man muß endlich von Zeit zu Zeit die Wetter in den innersten Grubentheilen auf der Schachtsohle und in den tiefsten Strecken untersuchen, was besonders dann nöthig ist, wenn man vor Oerter fährt, die man lange nicht befahren hat.

Der Stickstoff ist bei Weitem nicht so gefährlich als das kohlensaure Gas, denn er wirkt auf den thierischen Organismus nicht so energisch ein; übrigens erzeugt er sich nur da, wo der Sauerstoff der atmosphärischen Luft absorbirt wird, und kommt deshalb nicht an sich in den Gesteinspalten und Höhlungen vor. Es kann also keine Entwickelung des Stickstoffes im engeren Sinne genommen, stattfinden und man wird denselben nur dann antreffen, wenn man schon längst verlassene Baue von Neuem besucht, in denen Verbrennung irgend welcher Art stattgefunden hat, sich deshalb der Stickstoff wegen seines geringeren Gewichts an der Firste dieser Grubenräume befinden, die Kohlensäure auf der Sohle lagern und die atmospärische Luft den mittleren Raum einnehmen wird. Auch trifft man den Stickstoff in einzelnen Gruben, wo Kiese in Zersetzung begriffen sind, die Schwefelverbindungen in schwefelsaure Salze sich umändern, den Sauerstoff deshalb absorbiren und den Stickstoff frei machen. Besonders ist das Schwefeleisen das thätigste Agens hierbei. Man erkennt den Stickstoff an der intensiv rothen Färbung des Grubenlichtes, die immer stärker wird, bis die Flamme ganz erlöscht; ferner an dem schwierigen Athmen, an der Schwere des Kopfes und dem Sausen vor den Ohren. Alles Erscheinungen ganz anderer Art wie die durch die Kohlensäure hervorgerufenen.

Die gewöhnliche Grubenlampe erlischt in einer Atmosphäre, deren Sauerstoffgehalt nicht mehr als 15% beträgt; ebenso erstickt der Mensch in einer Luft, die 85% Stickstoff enthält.

Der Stickstoff ist leichter als die atmosphärische Luft, und nicht schwer aus den Gruben zu entfernen; er dürfte nur in den höher liegenden Strecken, wo die Wetter nicht durchziehen können, wahrhaft zu befürchten sein; er legt sich dort in die Vertiefungen der Firste und muß durch einen Ventilator herausgeschafft werden, da man kein chemisches Mittel kennt, denselben zu absorbiren.

Die arsenikalischen und Queckfilberdämpfe erzeugen sich durch die Reibung der Gezähe gegen die reichen Arsenikkiese, Zinnober oder gediegen Queckfilber, sie können nur durch einen lebhaften Wetterwechsel mit der übrigen Atmosphäre gemengt und aus den Gruben

herausgeschafft werden. Es erscheint aber fast unmöglich, durch noch so starken Wetterzug die tödtlichen Wirkungen dieser Dämpfe durchaus zu paralysiren. Man muß deshalb diese Wirkungen möglichst gering zu machen suchen, und daher statt der Keilhauen lieber das Pulver anwenden und die Bohrlöcher möglicherweise im tauben Gestein ansetzen, ferner nicht eine Scheidung der Erze in der Grube vornehmen uud endlich kürzere Schichten machen und die Bergleute in der Grube mit den Arbeitern über Tage abwechseln lassen, damit dieselben so wenig als möglich den schädlichen Einflüssen der Grubenwetter ausgesetzt seien.

Gruben dieser Art giebt es glücklicherweise wenig, denn trotz aller Vorsichtsmaßregeln konnte man in Almaden und Idria nicht vermeiden, daß ein großer Theil der Bergleute von den schädlichen Wirkungen der Queckſilberdämpfe litten und von nervösem Zittern und tödtlichem Fieber befallen wurden.

Das Kohlenwasserstoffgas in minimo wird von dem Bergmanne schlagende Wetter genannt (grisou), und ist das gefährlichste von allen Gasen. Es werden durch dasselbe die meisten Unglücksfälle nicht durch Ersticken hervorgerufen, obgleich dies, wenn das Gas nicht wenigstens mit zweifachen Volum. Luft gemengt ist, geschehen kann, sondern durch seine Entzündbarkeit in Berührung mit der Grubenlampe und durch seine explodirende Eigenschaft, sobald es in einem gewissen Verhältniß mit der atmosphärischen Luft gemengt ist.

Dies Gas hat eine chemische Zusammensetzung von H^4C und wiegt 0,5589; es kommt in der Natur ziemlich häufig unter dem Namen von Sumpfgas vor, wo es sich aus stehenden Gewässern, in denen vegetabilische Stoffe zersetzt werden, entwickelt.

Einige Schlammvulcane stoßen dasselbe in großen Mengen aus, und endlich sind manche Gebirgsschichten, wie die Kohlenflötze und das Salzgebirge davon durchdrungen, wo es sich in natürlichen Spalten und Höhlungen angehäuft hat und so comprimirt ist, daß man mitunter durch Bohrlöcher wahre Quellen von Kohlenwasserstoffgas erbohrt hat Es giebt derartige natürliche und künstliche Quellen, die man anzünden kann, und welche so regelmäßig fortbrennen, daß man deren Flamme zu anderen Zwecken zu benutzen vermag.

Das Grubengas kommt mit den fetten und zerreiblichen Kohlen häufiger vor, als mit den mageren und trockenen. Es entwickelt sich besonders in den zu Bruch gegangenen Abbaustrecken und vor den frisch aufgefahrenen Oertern, und giebt sich durch ein leises Geräusch und ein Abspringen kleiner Kohlentheilchen zu erkennen. Die Spalten

in den Flötzen und selbst Klüfte im Hangenden und Liegenden lassen mitunter das Grubengas mit großer Gewalt hervorströmen, und man nennt dies in der Bergmannssprache einen Bläser. Die schlagenden Wetter geben sich mitunter durch umherfliegende spinnwebartige Fäden, weißliche Nebel und flockige Ballons zu erkennen, die sich in die Vertiefungen niederlegen und nach Herrn Dumas in der Differenz des Lichtbrechungsvermögens der atmosphärischen Luft mit dem Kohlenwasserstoffgas in minimo zu beruhen scheinen, wozu noch der Niederschlag von etwas Wasserdampf hinzukommt, der auf einem Sinken der Temperatur beruht, welches letztere in der Ausdehnung seinen Grund hat.

Das Grubengas kommt in den Flötzen nicht gleichmäßig vor, sondern wird hauptsächlich in der Nähe von Sprüngen, Erweiterungen, Verdrückungen nnd auf all' den Punkten angetroffen, wo die Kohle zertrümmert ist. Auf einzelnen Gruben glaubte man auch bemerkt zu haben, daß die Gasentwickelung in einem gewissen Verhältniß zum Druck der Luft stände; es ist indeß nicht glaublich, daß diese Meinung auf alle Fälle ausgedehnt werden kann, denn die Entwickelung findet meist mit einer viel größeren Gewalt als der Luftdruck überhaupt stark ist, statt, und es können deshalb die Schwankungen des letzteren von keinem besonderen Einfluß auf das Ausströmen des Grubengases sein.

Die Grubenlampe ist der sicherste Führer, um das Vorhandensein der schlagenden Wetter überhaupt und dann deren Menge ermessen zu können. Sobald der Bergmann in einer Strecke fährt, worin derartige Wetter stehen, so wird die Flamme seines Grubenlichtes größer werden, sich verlängern und eine bläuliche Farbe annehmen was man besonders bemerkt, wenn man die Hand so zwischen das Auge und Flamme hält, daß man nur die Spitze der letzteren sieht. Das Luftgemenge explodirt, sobald das Kohlenwasserstoffgas den 12ten Theil ausmacht, und eine hineingebrachte Flamme wird sofort eine Explosion bewirken, deren Stärke sich nach der Menge des vorhandenen Gases richtet. Bemerkt daher der Bergmann, daß die Flamme seiner Lampe jene bläuliche Färbung erhält, so muß er sofort umkehren, hierbei das Grubenlicht so niedrig wie möglich halten und selbst ganz auslöschen.

Davy's Beobachtungen über die Gemenge von Grubengas mit atmosphärischer Luft, haben folgendes bestätigt (diese Gemenge wurden mit einer Kerzenflamme angezündet):

Kohlenwasserstoffgas in minimo.	Atmosphär. Luft.	
1. Theil . . .	30—16 Theile	Wachsende Verlängerung der Flamme.
1. = . . .	15 =	Sehr starkes Wachsen.
1. = . . .	9—15 =	Stärkere Explosion.
1. = . . .	8 =	Stärkste =
1. = . . .	7 =	Starke =
1. = . . .	6 =	Schwache =
1. = . . .	4—2 =	Entzündung ohne Explosion.

woraus man ersieht, daß die heftigsten Explosionen bei einem Gemenge von 1 Volum. Kohlenwasserstoffgas in minimo mit 7—8 Volum. atmosphärischer Luft stattfanden.

Die chemischen Wirkungen einer Explosion sind die directe Erzeugung von Wasserdampf und Kohlensäure, und das Freiwerden von Stickstoff; die physikalischen Wirkungen bestehen in einer heftigen Ausdehnung der Gase und der atmosphärischen Luft, mit denen sie gemengt waren. Die Bergleute, welche von der Explosion betroffen wurden, sind verbrannt, und die Flamme kann selbst die Zimmerung und das Flötz ergriffen haben. Der durch die Ausdehnung hervorgebrachte Windstoß ist so groß, daß bis auf beträchtliche Entfernungen von dem Orte der Explosion die Bergleute niedergeworfen oder gegen die Stöße der Strecken und Oerter geschleudert werden; das Mauer- und Zimmerwerk ist mitunter zertrümmert und durch einander geworfen, und alle diese furchtbaren Wirkungen dehnen sich bis zur Hängebank des Schachtes aus, über die bisweilen Holz und Gesteinstücke geschleudert werden, und schwarze Wolken von Kohlenstaub zu Tage steigen.

Das Unglück hält aber auch hier noch nicht inne; ungeheure Mengen von Kohlensäure und Stickstoff werden durch die Verbrennung des Gases erzeugt, lagern sich in den Strecken ab und tödten so die Bergleute durch Ersticken, welche so glücklich waren, der unmittelbaren Wirkung der Explosion zu entfliehen. Der Wetterwechsel stockt plötzlich und ist um so schwieriger wieder herzustellen, als die Wetterthüren fast alle zertrümmert wurden, die Lampen erloschen und mitunter selbst die Wettermaschinen, welche über dem Schacht aufgestellt waren, zerstört sind, so daß man auf keine Weise den Unglücklichen in der Grube für welche vielleicht noch Rettung möglich gewesen wäre, diese angedeihen lassen kann.

Einige Beispiele werden eine richtige Vorstellung von der Gewalt und den entsetzlichen Wirkungen der schlagenden Wetter geben.

In einer Saarbrücker Grube wurde das Grubengas in einer Strecke durch die gewöhnliche Grubenlampe, welche ein Bergmann auf

eine unvorsichtige Weise trug, angezündet. Sechs Meter weit von dieser Strecke hatte man 7 Ziegeldämme hinter einander geschlagen und diese bildeten mit derselben einen spitzen Winkel, so daß die explodirenden Gasarten vermöge ihrer Ausdehnung keine Wirkung auf dieselben haben konnten, letztere aber dennoch durch darauf erfolgende Zusammenziehung der Luft einstürzten. In 280 Meter Entfernung wurde 0,18 M. starkes Holz zertrümmert, eine Wetterthüre fortgeschleudert und ähnliche gewaltige Wirkungen zeigten sich noch bis auf 500 Meter Entfernung.

In einer Schaumburger Grube war eine Strecke und Schacht von ungefähr 800 Cub. Meter Inhalt mit Grubengas angefüllt und entzündete sich im Jahre 1839; Blöcke von mehr als 1000 Kil., die das Fundament eines Kunstgezeuges von 12 Tonnen Gewicht bildeten, wurden trotz starker Holzstempel, die sie gegen einander befestigten, fortgeschleudert, und das Holz selbst zersplittert. In einer anderen Grube desselben Fürstenthums wurde das Flötz von der Flamme ergriffen und die Kohle bis auf 1 Meter Tiefe verkoakt.

In den Gruben, wo der Wetterwechsel nicht lebhaft genug ist, um eine Vermischung des Grubengases mit der atmosphärischen Luft zu bewirken, sondert sich dasselbe in den höher belegenen Theilen der Grube ab, und bildet dort entzündliche aber nicht explodirende Gasmenge. Entzünden sich dieselben, so kann sich deren Flamme auf große Entfernungen hin erstrecken und Punkten mittheilen, wo schlagende Wetter angehäuft liegen, und man zu deren Nichtentzündung sonst alle Vorsichtsmaßregeln getroffen hat. In der Art war das Ereigniß in der Grube von Hostenbach 1839: Ein Bergmann hatte seine Lampe bis an die Firste gehoben und dadurch Gase entzündet, deren Flamme sich sofort schlagenden Wettern mittheilte, die in einer weit entfernten Strecke angehäuft waren.

In der Grube L'esperance bei Lüttich fand im Juni 1838 ein ganz ähnliches Ereigniß statt. Das Feuer hatte sich ohne Explosion rechts und links in Folge eines Schusses ausgebreitet und entzündete die schlagenden Wetter in einer weit entlegenen Strecke; 69 Bergleute wurden getödtet. Die Häuer, welche vor dem Orte lagen, wo die Explosion stattfand, waren verbrannt und zerschmettert, und die, wo das Feuer zuerst um sich gegriffen hatte, gleichfalls in Leichen verwandelt, welche mit dem Kopfe nach der dem Orte entgegengesetzten Richtung lagen, wo das Feuer zuerst begonnen. Diese Unglücklichen hatten sich offenbar vor den hinter ihnen brennenden Gasen zu schützen gesucht; in andern Strecken waren die Bergleute erstickt.

Die bloße Angabe dieser Vorfälle und eine Kenntniß der physikalischen Eigenschaften des Grubengases müssen genügen, um die allgemeinen Vorsichtsmaßregeln, welche dagegen zu nehmen sind, zu verstehen. So dürfen die Grubenlampen nie gegen die Firste gehalten, bei der Grubenvorrichtung müssen alle jene Strecken und Abbauörter vermieden werden, wo kein lebhafter Wetterwechsel hergestellt werden kann; man muß wo möglich ein Kohlenflötz von oben nach unten abbauen; man muß mit großer Vorsicht in solchen Grubenräumen fahren, die lange unbefahren waren, denn viele traurige Ereignisse z. B. fanden am Montag Morgen beim Einfahren der Bergleute statt, nachdem den Sonntag über in der Grube nicht gearbeitet wurde. Herr Bischoff erzählt, wie er in eine Strecke gefahren sei, welche mehrere Tage lang nicht befahren war; er fand die Gase in der Art abgesondert, daß sich nur an der Firste eine Schicht entzündete, eine mittlere Schicht explodirte und fast reine atmosphärische Luft die Sohle bedeckte.

Es ist äußerst gefährlich, derartige Absonderungen vor sich gehen zu lassen; der Wetterzug muß also stark genug sein, um die Gasarten mit der atmosphärischen Luft zu vermischen und das Gemenge aus der Grube, bevor es noch explodiren kann, herauszutreiben. Trotz all' der erwähnten Vorsichtsmaßregeln aber, würde manches Kohlenflötz nicht abgebaut werden können, wenn man nicht noch ganz besondere Mittel gefunden hätte, um sich gegen das Grubengas sicher zu stellen. Es giebt in der That Zeiten, wo das Gas in einer solchen Menge vor Ort angehäuft ist, entweder durch aufgeschlossene Bläser hervorströmt oder durch zu Bruche gehende Flötze in großer Menge plötzlich erzeugt wird, daß eine Explosion unvermeidlich wäre, sobald nur ein einziges Grubenlicht hineingebracht würde. Die gefährlichsten Kohlenflötze sind endlich diejenigen, welche die gesuchtesten und besten Kohlen liefern. Wissenschaft und Industrie sind also in den Gegenden, wo der Kohlenbergbau den Reichthum des Landes bildet, berufen, Mittel aufzufinden, um den furchtbaren Wirkungen der schlagenden Wetter begegnen zu können. Vieles und Großes ist hierin schon geleistet, die folgenden Zeilen werden dieses bestätigen.

Mittel zur Zerstörung schlagender Wetter.

Früher schaffte man das Grubengas in der Weise aus den Bauen fort, daß man es sich in den Strecken absondern ließ, und zu solchen Zeiten, wo keine Bergleute in der Grube waren, anzündete. Zu diesem Behufe bekleidete man einen Bergmann mit einem Anzuge von nassem

Leder, gab ihm für das Gesicht eine Larve mit gläsernen Augen und ließ ihn auf dem Bauche in den Strecken herumkriechen, wo das Grubengas an der Firste stand. Dieser Bergmann hatte eine lange Ruthe in der Hand, woran ein angezündeter Kiehnspahn befestigt war; er untersuchte damit die Firste und steckte das Gas, welches sich in den Höhlungen derselben angesammelt hatte, in Brand. Noch vor zwanzig Jahren befolgte man dies Verfahren in den Kohlengruben des Loire-Departements; offenbar ist dasselbe mit großen Nachtheilen verknüpft. Der Bergmann, welcher das Gas ansteckte (penitent), war den größten Gefahren ausgesetzt und kam sehr häufig um, denn nicht immer hatte sich das Grubengas rein abgesetzt und war deshalb nicht bloß entzündlich, sondern mit atmosphärischer Luft gemengt und explodirte alsdann. Die Grubenbaue litten durch die vielen Explosionen. Das Feuer ergriff das Flötz und die Zimmerung, die durch die Verbrennung erzeugten Gase blieben in den Strecken stehen und erstickten öfters die Arbeiter, und diese gefährliche Operation mußte man in manchen Gruben mitunter täglich dreimal vornehmen, und war dennoch außer Stande, den vielen Unglücksfällen vorzubeugen, welche durch die plötzliche Entwickelung von Grubengas hervorgerufen wurden. In England wandte man ebenfalls dieses Verfahren an. Der Bergmann (fireman) trug indeß das Feuer nicht selbst, sondern es war an einer aufrechtstehenden und auf horizontalen Stäben befestigten Ruthe angebracht, welche erstere auf mehreren Rollen, die durch Seile in Bewegung gesetzt worden, ruhten. Es war also hier für den Fireman eine geringere Gefahr vorhanden, denn er zog sich, während das Gas angezündet wurde, in eine Nebenstrecke zurück. So Manche wurden aber dennoch getödtet, und die anderen Uebelstände dieses Verfahrens blieben dieselben.

Ein zweites Hilfsmittel zur Fortschaffung des Grubengases bestand in den sogenannten ewigen Lampen (lampes éternelles), und dies war offenbar besser. Man brachte nämlich an der Firste der Strecken und Oerter, und auf all' den Punkten, wo das Grubengas sich gewöhnlich ansammelte, Lampen an, die fortwährend in Brand erhalten wurden und deshalb das Kohlenwasserstoffgas in dem Maße, als es sich entwickelte, entzündeten. Die Gefahr hatte man so sehr vermindert, denn es konnten sich keine großen Anhäufungen von entzündlichen oder schlagenden Wettern bilden. Man stand indeß in vielen Gruben auch von diesem Verfahren wegen der Erzeugung von Kohlensäure und Stickstoffgas ab, deren Wirkungen um so empfindli-

cher wurden, als kein starker Wetterwechsel stattfinden durfte, der sonst die Absonderung des Grubengases verhindert hätte.

Endlich dachte man daran die bekannte Eigenschaft des Platinschwammes, eine Verbrennung des Wasserstoffgases hervorzurufen, benutzen zu wollen, fertigte deshalb kleine Kugeln an, die aus einem Theil Platinschwamm und zwei Theilen Lehm bestanden, und brachte dieselben in den Ansammelungspunkten des Grubengases an.

Aber alle diese Versuche, welche auf einer Verbrennung des Grubengases beruhten, waren nichts weiter als gefährliche und unvollständige Maßregeln, die statt einer einzigen großen Gefahr eine Reihe anderer Uebelstände brachten, welche allerdings weniger groß aber gleich gefährlich sind.

Es suchten deshalb alle denkenden Männer ein anderes Verfahren auf, das nicht auf denselben Grundsätzen beruhte. Nur zwei Methoden können zu dem gewünschten Zwecke führen, erstens die Herausschaffung der bösen Wetter aus der Grube, und zweitens ein anderes Geleuchte als das bisherige, was dem Bergmanne ebenso wohl genügendes Licht geben als sein Leben nicht in Gefahr bringen durfte.

Das einfachste Mittel zur Vertreibung der schlagenden Wetter besteht ohne Frage in einem lebhaften Wetterwechsel, wodurch zu gleicher Zeit die übrigen bösen Wetter aus der Grube hinausgeschafft werden. Dr. Wehrle schlägt folgendes Mittel vor: man solle alle Abbaustrecken mit einander communiciren lassen, die alsdann mit einer Hauptstrecke in Verbindung stehen und ihre Wetter durch einen Schacht zu Tage schicken. Dieses Project ist nicht nur schwierig auszuführen, sondern würde auch nur theilweise die erwähnten Uebelstände aufheben; seine Ausführung allein könnte ferner nur mit der größten Gefahr geschehen, wenn die Verbindungsstrecken in der Kohle geführt würden, während ein Treiben derselben in dem Dachgestein unerschwingliche Kosten verursachen mußte. Die Grundsätze, worauf sich Dr. Wehrle stützt, sind gewiß sehr richtig, und werden von einem Jeden eingesehen, der sich damit beschäftigen muß, die Wetterlosungen einer von schlagenden Wettern heimgesuchten Grube zu reguliren. Diese Prinzipien bestehen in den verschiedenen Dichtigkeitsgraden der einzelnen Gase und der daraus erfolgenden Reinigung der niederbelegenen Strecken durch die Wetter der höheren Abbauörter, welche mit den ersteren durch Bohrlöcher oder Wetterlutten in Verbindung stehen, ferner in dem richtigen Durchschnittsverhältniß der Wetterlutten und Strecken, in Beachtung der Wettermenge. Ein guter Wetterzug genügt aber nicht allein, die Bergleute vor aller Gefahr zu schützen, es

ist dies zwar ein vortreffliches Hilfsmittel, es läßt aber jene große Frage unbeantwortet, wie man die augenblickliche Entzündung der Gase, die sich vor Ort entwickeln, zu verhindern habe.

Eine Umgestaltung der Grubenlampen konnte allein zur Lösung dieses Problems führen und zahlreiche Versuche waren bereits hierin angestellt, als Davy seine bewunderungswürdige Erfindung bekannt machte. Vor ihm bediente man sich einer kleinen Anzahl von Grubenlichtern, die so niedrig und so entfernt als möglich von dem anstehenden Kohlenflötz gestellt wurden. Die Arbeiter gaben genau auf die Beschaffenheit der Flamme Acht, und bemerkten sie jene blaue Färbung, das Kennzeichen von Wasserstoff, so löschten sie dieselben aus oder fuhren vom Orte, die brennende Lampe im Fahrhut, ab. Man bediente sich auch in den gefährlichsten Gruben gewisser phosphorescirender Substanzen, und besonders eines Gemenges von Mehl und aus Austernschalen bereiteten Kalk, welches den Namen Cantonischer Phosphor führt. Das hierdurch verbreitete Licht war freilich nur schwach und vorübergehend, und deshalb diese Anwendung als kein großes Hilfsmittel zu betrachten. Endlich bemerkte man, daß das Kohlenwasserstoffgas in minimo sehr schwierig zu entzünden sei, und deshalb Rothglühhitze hierzu ungenügend wäre; man könne darum eine rothglühende Kohle oder rothglühendes Eisen ohne alle Gefahr in das Grubengas hineinbringen, und nur Weißglühhitze wäre im Stande, die Entzündung zu bewirken. Von dieser Entdeckung zog man den Vortheil, daß man vor Ort eine Stahlscheibe anbrachte, die gegen ein kieselreiches Gestein rasch bewegt und so durch die dadurch hervorgebrachte Funken ein genügendes Licht erzeugt wurde. Es kam freilich auch bisweilen vor, daß das Grubengas durch diese Funken entzündet ward, aber dennoch blieb es eine wohlthätige Erfindung, die als ein großer Fortschritt zu betrachten ist.

So standen die Dinge, als Davy jene Reihe von Versuchen vornahm, die durch ein glückliches Resultat gekrönt wurden. Viele Gruben waren damals unbelegt, trotz jener damals schon zu Gebote stehenden Hilfsmittel, deren wir so eben Erwähnung thaten, und die im Betriebe stehenden Gruben förderten die Kohlen nur zum Preise vieler Menschenopfer. Davy entdeckte zuerst, daß Kohlenwasserstoffgas in einem Gefäße eingeschlossen, und vermittelst einer langen und engen Röhre mit der äußeren Luft communicirend, nicht entzündet werden könnte, daß die Flamme sich um so weniger dem Gase mitzutheilen im Stande wäre, als die Röhre einen kleineren Durchmesser hätte, und daß folglich je kleiner der Durchmesser der Röhre sei, desto mehr

deren Länge verkürzt werden durfte. Er kam so zu dem merkwürdigen Resultat, daß ein mit Löchern von $\frac{1}{100}$ Zoll versehenes Blech, womit ein Licht umgeben ist, die äußere Grubengasatmosphäre nicht entzünden ließ, wenn auch das Innere mit Kohlenwasserstoffgas angefüllt war. Es genügte die Abkühlung des Gases auf diesem so kurzen Wege, die innere Weißglühhitze desselben auf Rothglühhitze äußerlich zu reduciren, und deshalb die Entzündung des Kohlenwasserstoffgases zu verhindern. So entwickelte sich bei Davy eine Idee aus der anderen, und führte zuletzt zu dem bekannten Resultate der Davy'schen Sicherheitslampen.

Davy'sche Sicherheitslampe.

Fig. 122. stellt eine Ansicht der Davy'schen Sicherheitslampe dar, wie sie nach den besten Mustern construirt wird. Sie besteht aus drei besonderen Stücken.

Die eigentliche Lampe besteht aus einem Oelbehälter zu 160 Grammen Oel, die für eine zehnstündige Schicht genügen. Dieser Behälter ist cylindrisch und niedrig, so daß das Oel immer neben dem Dochte ist; die Dochttülle besteht aus einer Röhre von 0,005 M. Durchmesser und von 0,030 M. Länge; durch den Behälter geht eine enge Röhre, die an den oberen und unteren Wänden desselben angelöthet ist, und einem an den Enden rechtwinklig gebogenen Drahte zum Durchgang dient; eine zweite Röhre geht durch das Oelgefäß zum Behufe einer Schraube, die zur Befestigung der einzelnen Lampentheile und zum Verschlusse des Cylinders gebraucht, während der eben angeführte Draht zum Schüren der Lampe angewandt wird.

Die Lampe ist nunmehr mit einem Drahtcylinder bekleidet (Fig. 123.), der auf den □ Cent. Meter 144 Maschen hat; die Stärke des Drahtes beträgt $\frac{28}{100}$ eines Millimeters und die Größe der Maschen ist gleich $\frac{56}{100}$ eines Millimeters, giebt also $\frac{5}{9}$ leeren und einen vollen Raum von $\frac{4}{9}$. Der Cylinder ist 0,15 M. hoch, der untere Durchmesser beträgt 0,040 M. und der obere 0,035 M.; er ist an der oberen Decke mit zwei Drahtgeweben überzogen, so daß, wenn das eine durchgebrannt sein sollte, durch das andere noch immer die nöthige Sicherheit gewährt wird. Beide Gewebe sind mitunter durch ein mit Löchern versehenes Metallblech ersetzt. Der Cylinder ist unten in einem metallenen Ringe befestigt, der mehrere Millimeter vorsteht.

Das Gehäuse besteht aus fünf eisernen Stäben, die auf zwei Ringen ruhen, den Drahtcylinder umgeben und ihn vor Stößen bewahren. Jene Ringe drücken auf den Ring des Cylinders, sind ver-

mittelst eines Schraubengewindes mit dem Oelbehälter verbunden, und durch die oben angeführte lange Schraube noch in der Art befestigt, daß die Lampe nur mit einem Schraubenschlüssel geöffnet werden kann.

Man kann mit dieser Sicherheitslampe ausgezeichnete Beobachtungen anstellen. Wenn das Grubengas nur den 15ten Theil eines Luftgemenges bildet, in welches die Davy'sche Lampe hineingebracht wird, so verlängert sich die Flamme und breitet sich nach allen Richtungen aus; das Gemenge ist dann noch unentzündlich. Steigt der Gehalt aber bis anf $\frac{1}{13}$, so entzündet es sich und brennt in dem Innern des Drahtgewebes. Die Bergleute müssen alsdann strenge auf ihre Lampe Acht geben; zuerst erkennt man noch die Lampenflamme in dem blauen Feuer, das den ganzen Cylinder erfüllt, dann aber, wenn die Menge des Grubengases sich vermehrt, vergrößert sich auch die Intensität der Flamme und steigt das Gasquantum bis auf den sechsten Theil, so erkennt man die eigentliche Lampenflamme in der ganzen Lichtmasse nicht mehr; erreicht endlich die Gasmenge den dritten Theil, so erlöscht die Lampe.

Den Augenblick aber dürfen die Bergleute nicht abwarten, um zurückzukehren, und würden sie durch eine plötzliche Gasentwickelung überrascht, so muß der Grubensteiger mit einer Lampe versehen sein, in der eine Platinspirale über dem Docht angebracht ist, wie dies Fig. 125. näher zeigt. Das durch die Lampenflamme erhitzte Platin behält nämlich nach deren Verlöschen immer noch die Eigenschaft, eine Verbrennung des Gases zu bewirken; die Platinfäden also glühen, und dieses schwache Licht genügt zum Hinausfahren der Bergleute; ja kommt man in eine an Sauerstoffgas reichere Atmosphäre zurück, so wird das Gas im Cylinder durch den glühenden Platindraht entzündet und hierdurch der Docht von Neuem in Brand gesteckt. Man muß zu diesem Behufe acht Platindrähte, ein jeder von 0,0003 M. Durchmesser anwenden, um ein genügendes Licht zu erhalten.

Der Gebrauch der Davy'schen Lampe in schlagenden Wettern ist aber auch mit einiger Gefahr verknüpft; es kann vorkommen, daß einige Maschen des Drahtgewebes durch zu langen Gebrauch schwächer geworden, während der Schicht plötzlich durchbrennen und die Flamme von Innen nach Außen schlagen lassen; mitunter treibt ein plötzlicher Luftzug die Flamme durch das Drahtnetz, was besonders dann vorkommt, wenn unvorsichtige Bergleute dieselbe im Augenblicke der Gefahr auslöschen wollen; endlich legen sich Kohlentheilchen auf das Gewebe, fassen selbst Feuer und theilen es so der äußeren Atmosphäre mit.

Man kann diesen Uebelständen durch eine sorgfältige und auf-

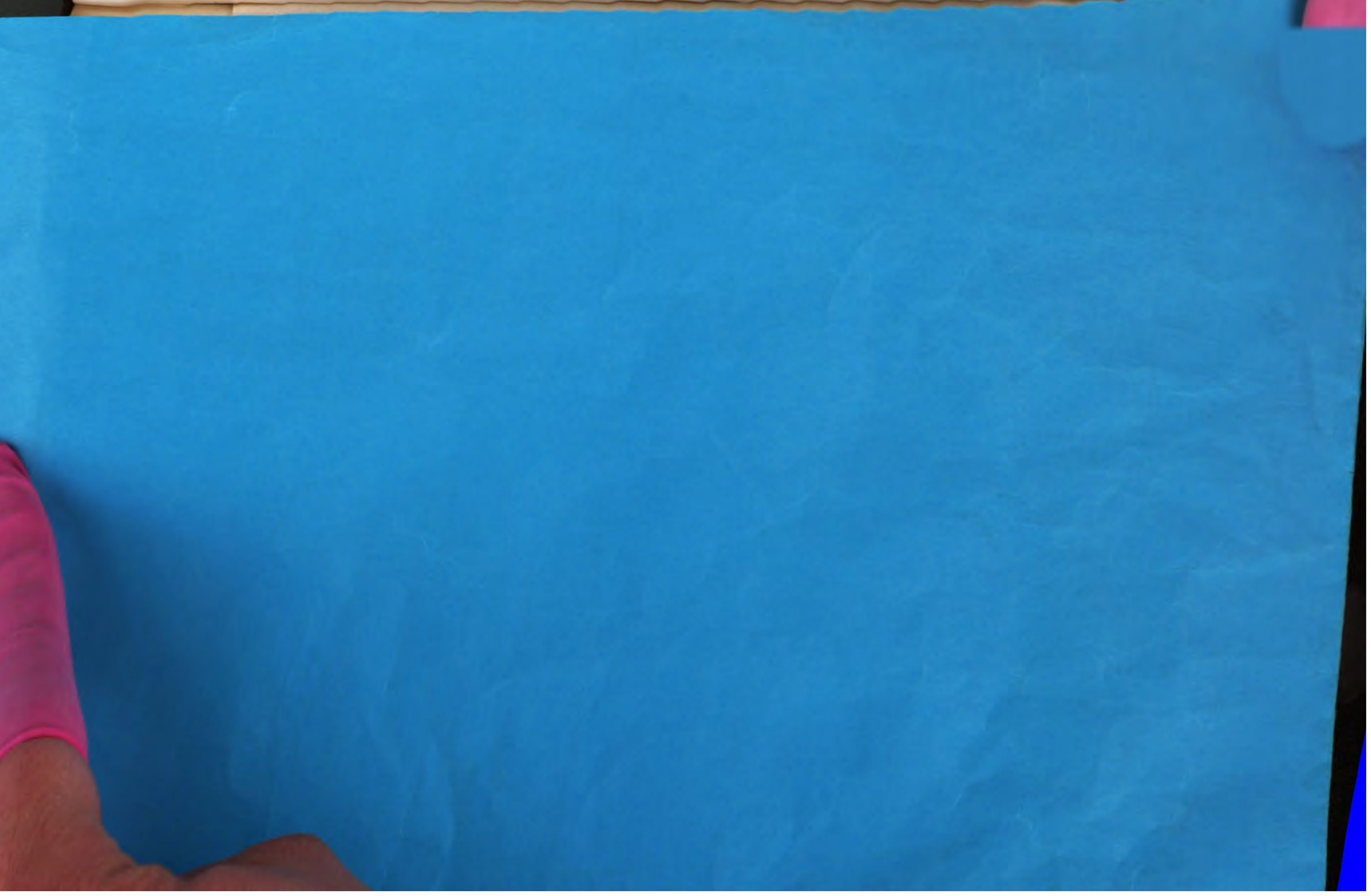
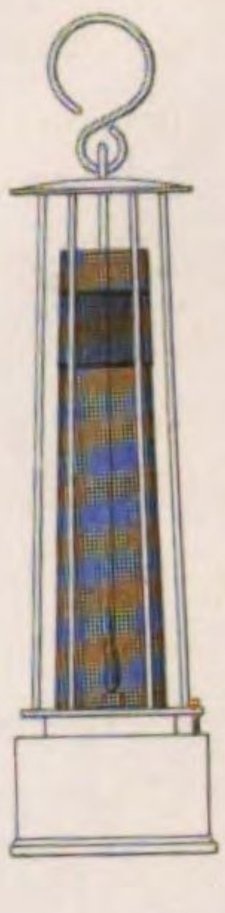


Fig. 122.



Davy'sche Sicherheitslampe.

Fig. 123.

124.

125.

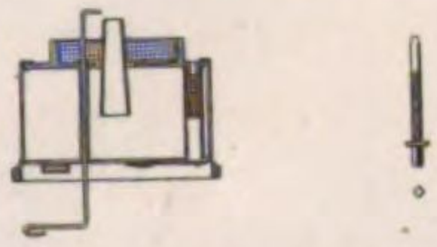


Fig. 126.

Müseler'sche Lampe.

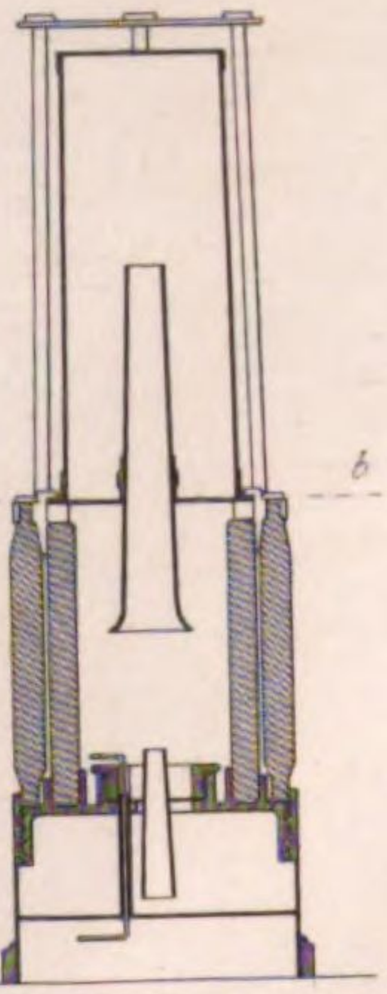


Fig. 128.

Seitenansicht u. Längendurchschnitt der Dumenil'schen Lampe.

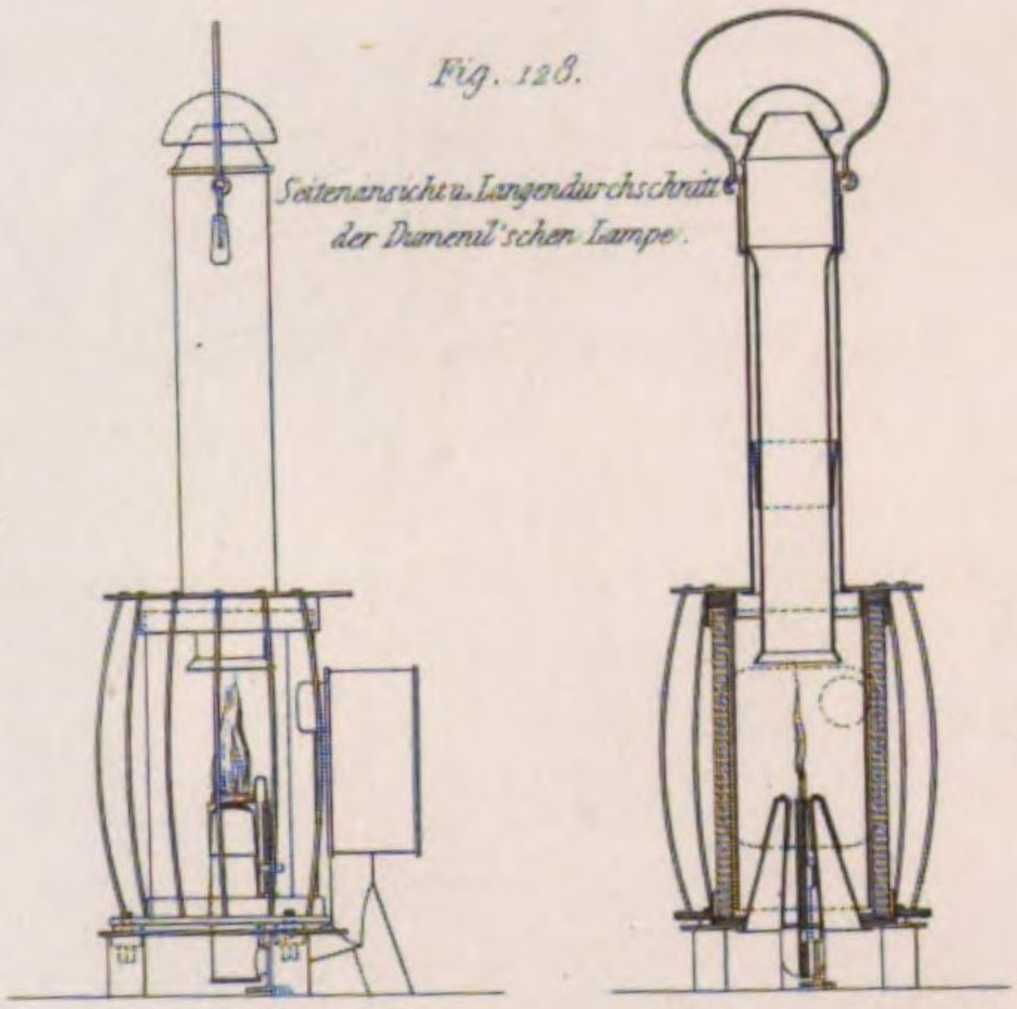
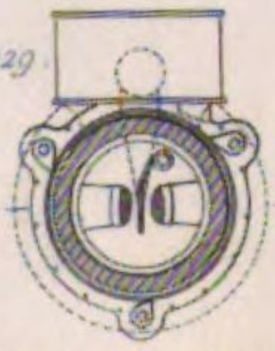
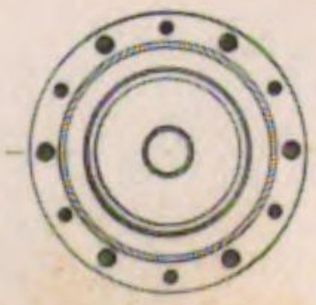


Fig. 129.

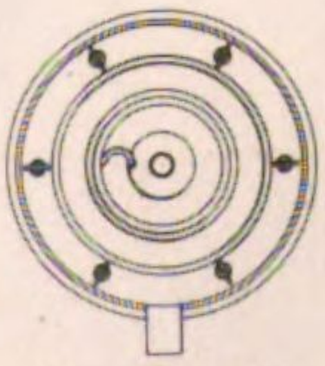


Durchschnitt der D. Lampe.



Durchschnitt der Müseler'schen Lampe nach a b.

Fig. 127.



Untere Ansicht.

E. Wormser sc.

Sicherheitslampen.

merksame Haltung der Lampen sehr oft vorbeugen, muß man indeß immer in schlagenden Wettern arbeiten, so sind bei der gewöhnlichen Davy'schen Lampe allerdings noch einige Verbesserungen anzubringen. Da bedeckt man die Lampe zuvörderst mit einem doppelten Drahtgewebe, von denen das innere Gewebe aus einem Cylinder von gewalztem Kupferbleche besteht, welches mit kleinen rechtwinklichen Oeffnungen durchbohrt ist (s. Fig. 124.). Das Abkühlungsvermögen des Gewebes ist dadurch so gesteigert, daß man mit dieser Lampe getrost auch in den stärksten Wettern arbeiten kann. Man hat sich hierbei auch mitunter solcher Drahtnetze bedient, die aus der Verbindung mehrerer zusammengeflochtener Drähte bestanden.

Seit dem Jahre 1815 wendet man die Davy'sche Lampe in allen mit schlagenden Wettern behafteten Gruben an; trotz der ängstlichen Vorsichtsmaßregeln aber, die man bei ihrem Gebrauche befolgte, kamen dennoch viele Unglücksfälle mit ihnen vor. In England z. B. fanden ungleich mehr Unglücksfälle mit der Davy'schen Lampe statt, als vor ihrer Anwendung, dies mag einen zweifachen Grund haben, weil man erstens zu dieser Zeit viele Gruben wieder aufnahm, die früher wegen ihrer schlagenden Wetter nicht bebaut werden konnten, und weil zweitens die Sicherheit nicht allein von der bloßen Anwendung der Lampen abhängt, sondern auch von der strengen Befolgung der Dienstvorschriften über das Geleuchte der Bergleute, deren Hauptsätze folgende sind.

1) Die Lampen müssen von geprüften Arbeitern mit genau nachgesehenen Geweben von Eisendraht angefertigt werden; sie dürfen die oben angeführten Dimensionen nicht überschreiten, damit keine zu große Temperaturerhöhung im Innern des Drahtcylinders geschehe; vor ihrer Anwendung müssen mit ihnen Versuche in brennbaren Gasmengen angestellt werden.

2) Die Unterhaltung der Lampen darf nur einem Bergmanne oder mehreren anvertraut werden, welche weiter keine Beschäftigung haben; beim Beginn der Schicht übergeben diese Leute die geputzten angezündeten und gut verschlossenen Lampen den Bergleuten; jede Lampe hat ihre Nummer, so daß jeder Bergmann immer dieselbe Lampe erhält; jeden anderen Schaden an der Lampe, wenn er nicht durch zu langen Gebrauch hervorgebracht ist, muß der Bergmann ersetzen, und jeder Versuch, die Lampe in der Grube zu öffnen, wird mit einer harten Geldstrafe belegt.

Die Bergleute erhalten Befehl, sich bei einem bestimmten Zustande der Lampenflamme zurückzuziehen; es wird ihnen ausdrücklich verboten

die Lampen durch Blasen auslöschen zu wollen; vor Ort müssen sie dieselben so stellen, daß sie vor Stößen und plötzlichen Wetterzügen geschützt sind; geräth das Innere des Cylinders in Brand, so müssen die Arbeiter das Drahtgewebe durch nasse Tücher abzukühlen suchen; wenn das Drahtgewebe durchbrennen sollte, so muß der Bergmann sofort die Lampe mit Wasser auslöschen oder sie auch in seinen Fahrhut bringen, den durchbrannten Theil zu bedecken suchen und abfahren.

4) Der Zustand der Wetter muß von Zeit zu Zeit untersucht werden; es darf dies nur mit einer guten Sicherheitslampe mit doppelter Hülle geschehen; sind in der Grube Dämme vorgerichtet, so muß man auf deren Erhaltung Acht haben, bei deren Besichtigung aber selbst nicht die Sicherheitslampe lange vor etwaige Risse halten, die gleich den Bläsern der Kohlenflötze wirken können.

Um das Licht der Lampen zu verstärken, hat man Reflexionsspiegel angewandt; diese Reflectoren sind in dem Innern des Gewebes angebracht, um nicht nur das Leuchtvermögen der Lampe zu vergrößern, sondern auch die Abkühlung der zuströmenden Gasarten zu vermehren, wozu noch der Vortheil kömmt, daß durch eine derartige Vorrichtung der directe Einfluß eines plötzlichen Luftstroms auf die Lampenflamme vermieden wird.

Vervollkommnete Sicherheitslampen.

Die Davy'sche Lampe hat auch ihre unvollkommene Seiten, die erstens in dem Lichtverluste bestehen, welcher sich nach der Beschaffenheit des Drahtgewebes richtet, und von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ des Lichtes der Lampenflamme variirt; zweitens in der baldigen Abnutzung der oberen Cylinderdecke, drittens in der Gefahr, welche durch einen heftigen und plötzlichen Windzug entsteht, der die Lampenflammen durch das Gewebe hinaustreibt.

Die angebrachten Verbesserungen beschränken sich bis jetzt auf der Einbringung eines Glascylinders an Stelle eines Theiles des Drahtgewebes und in der Anwendung von Aufsatzröhren, wodurch die in der Lampe verbrannten Gasarten abgeführt und mit der äußeren Luft durch die langen und engen Röhren nicht unmittelbar in Verbindung kommen.

Die erste vervollkommnete Lampe wurde von Roberts angefertigt, der sich nur zum Ziele setzte, den Uebelstand des Durchgehens der Flamme durch das Drahtgewebe in Folge von heftigen Windzügen vorzubeugen. Zu diesem Zwecke hüllte er das Drahtgewebe bis auf $\frac{2}{3}$ seiner Höhe in einen Glascylinder ein, den er durch zwei Ringe

befestigte und gegen äußere Stöße durch das Gehäuse sicherte. Die zum Brennen nöthige Luft drang durch einzelne in dem inneren Ringe eingebrachte Löcher und wurde, nachdem sie zwei Drahtgewebe durchzogen, ringförmig um den Docht herum geführt, wodurch der Luftstrom mit der Flamme blos an einzelnen Punkten in Berührung kam. Zahlreiche Versuche, welche mit dieser Lampe angestellt worden, haben deren Brauchbarkeit in Rücksicht des Nichtdurchlassens der Flamme genügend dargethan. Diese Lampen aber lassen das Licht noch schlechter durch als die gewöhnlichen Davyschen; die Zuströmung der Luft wird ferner besonders dann, wenn die Oeffnungen durch Kohlenstaub bedeckt sind, erschwert und ihr Preis ist endlich vier Mal höher als der der Davyschen, so daß alle diese Gründe einen ausgedehnteren Gebrauch derselben verhinderten. Die Lampe von Hrn. Müseler (Fig. 126. u. 127.) ist bei Weitem wirksamer und besser; über der Flamme steht ein dicker Glascylinder, der unter dem Drahtgewebe angebracht ist; die zum Verbrennen nöthige Luft streicht durch das Drahtgewebe, geht den Glascylinder hinab und die verbrannten Gase steigen durch eine blecherne Aufsatzröhre in die Höhe; äußerlich ist diese Lampe durch das gewöhnliche Gehäuse gegen alle Stöße gesichert. Die ganze Höhe derselben beträgt 0,35 M.; sie ist um vieles größer und schwerer als die Davy'sche Lampe und das ist der Hauptvorwurf, den ihr die belgische Commission gemacht, welche im Jahre 1838 beauftragt wurde, alle nur erfundenen Sicherheitslampen zu prüfen, um deren Wirkungen mit der gewöhnlichen Davy'schen Lampe zu vergleichen; das Glas in dem Cylinder ist so zubereitet, daß es jeden Temperaturwechsel und selbst das Begießen mit kaltem Wasser, wenn die Lampe zu erhitzt sein sollte, ertragen kann. Man muß diese Lampe besonders vor Stößen bewahren, denn ein Entzweibrechen des Glases würde die Sicherheit natürlich gefährden, abgesehen von diesem Uebelstande, besitzt sie indeß den enormen Vortheil, die Lichtflamme nicht durch zu lassen und bei Weitem heller als die Davy'sche Lampe zu leuchten.

Dieselben Vorzüge und Nachtheile gewährt die Lampe des Herrn Dumesnille (Fig. 128. u. 129.). In dieser Lampe ist das Drahtgewebe gänzlich durch einen Glascylinder ersetzt, auf dem ein langes, enges und spitz zulaufendes Rohr angebracht ist. Ein außerhalb angebrachtes Oelgefäß nährt einen platten Docht, zu dem die Luft durch zwei Röhren von 0,019 M. auf 0,006 M. zuströmt und die an ihrer Außenseite mit zwei doppelten Drahtgeweben von Kupfer bedeckt sind, welche auf einen □ Cent. Met. 500 Maschen haben. Die Lampe wird an einem Haken getragen, der an der Aufsatzröhre befestigt ist, und

die Lampe selbst ist durch ein Eisengestänge befestigt, das auf den Ringen eingesetzt ist und die Lampe umgiebt.

Die belgische Commission hatte die glückliche Idee, statt des einfachen Glascylinders einen doppelten zu nehmen, wodurch die Anwendung dieser Lampen noch geeigneter und deren Leuchtungsvermögen ungleich bedeutender wird. Wenn diese Lampe mit der gehörigen Sorgfalt angefertigt ist, so halten wir sie ohne alle Frage für die beste der bestehenden.

Gewöhnliches Geleuchte.

Ueber das gewöhnliche Grubengeleuchte brauchte man hier eigentlich wegen dessen zu großer Einfachheit nichts weiter zu sagen. Es giebt sehr viele Arten von Lampen, von denen man indeß, wenn sie gut sein sollen, verlangen muß, daß sie leicht zu tragen, fest gearbeitet sind und vor allen Dingen kein Oel durchlassen, wie man sie auch halten möge, selbst, wenn man sie niederfallen ließe, daß sie endlich so groß sind, um für eine zehnstündige Schicht Oel halten zu können. Die gewöhnlichste Form der Lampen ist ein abgeplattetes Ellipsoid, an dem ein Hacken angebracht ist; der runde Docht geht durch eine enge Tülle; die an einer Kette hängende Nadel dient zum Schüren der Lampe.

Der Oelverbrauch einer guten Lampe ist ebenso wie bei den Sicherheitslampen gleich 160 Grammen auf eine zehnstündige Schicht. Die Bergleute müssen das Oel gewöhnlich selbst bezahlen; man beugt so der Vergeudung vor, und vermochte den durchschnittlichen Oelverbrauch einer Grube auf 70 Gramm. für die achtstündige Schicht und den Mann zu reduciren, da es nicht nöthig ist, vor einem Orte so viel Lampen zu haben, als Häuer liegen. In einigen Gruben wendet man auch kurze und kleine Lichte an, von denen etwa 200 auf das Kilog. gehen und 25 Stück pro Schicht verbraucht werden; man befestigt sie auf mit horizontalen Spitzen versehene Leuchter, die von den Bergleuten in das Zimmerwerk oder das Gestein eingestoßen werden.

Natürlicher Wetterzug.

Welche Vorrichtung in den Gruben zur Erhaltung guter Wetter auch getroffen werden mag, so ist doch vor allen Dingen ein kräftiger Wetterzug überhaupt nothwendig, wodurch die schädlichen Gasarten mit der atmosphärischen Luft gemengt, und bevor sie noch gefährlich wirken können, aus der Grube herausgeschafft werden; hierzu ist also eine stete Erneuerung der schlechten Wetter durch reine Luft nothwendig,

und die Schöpfung einer solchen fortwährenden Bewegung bildet den Gegenstand der Wetterlosung.

Die Wetterlosung besteht aber nicht allein in der Bildung von Wetterströmen, sondern sie umfaßt auch alle verschiedene Methoden, um gute Wetter in die Grube hineinzubringen, und dies auf die einfachste und kräftigste Weise zu bewirken. Bevor wir deshalb diesen Gegenstand weiter behandeln, müssen wir zuerst die Grundsätze darthun, auf denen eine Wetterführung überhaupt beruht.

Die Wetterführung einer Grube wird gewöhnlich auf künstlichem Wege bewirkt, ist indeß mitunter auch natürlich.

Sind die Grubenstrecken weit, die Schächte nicht tief, die Strecken gerade und nicht lang, so wird sich fast immer ein natürlicher Wetterwechsel bilden. Ein derartiger Wetterwechsel beruht eben auf dem Temperaturunterschiede der Grubenluft und der äußeren Atmosphäre, von denen die erstere immer constant ist, während die letztere von einer Jahreszeit zur anderen sehr abwechselt, und in ähnlicher, wenn auch unbedeutenderer Weise während des Tages und der Nacht variirt.

Je mehr man in der That unter die Erdoberfläche hinabsteigt, desto höher steigt die Temperatur. Man hat diese Zunahme bis jetzt überall, wo Grubenbauten sind und in demselben regelmäßigen Fortschreiten beobachten können. So haben Thermometer in dem Tiefsten von Gruben, in Bohrlöchern oder sonstigen Stellen, wo der Wetterwechsel von keinem Einflusse auf die Temperatur sein konnte, eine wachsende Temperaturzunahme von 1° für je 30 Meter Teufe gezeigt*). Diese Versuche wurden in den sächsischen und böhmischen Erzgruben, in den Cornwaller, Poullaouener und bretagnischen Gruben, in den tiefen Kohlengruben des nord-französischen Bassins und in den Silbergruben Mexikos angestellt.

Die Gesteinstemperatur ist also im Allgemeinen bei 50 Meter Teufe gleich 10—12°, bei 100 Met. gleich 13—15, bei 200 Met. gleich 16—18, bei 300 Met. 19—22, bei 400 Met. 23—25°. Die Grubenluft hat an den Orten eine noch höhere Temperatur, wo der Wetterwechsel gänzlich stockt, und das Athmen der Bergleute und Brennen ihrer Lampen eine höhere Temperatur der Luft hervorrufen; so war in den Kohlengruben von Hornu (Mons**) die Temperatur

---

*) Dies Gesetz wurde noch neuerlich in dem artesischen Brunnen von Grenelle bis auf 540 Meter bestätigt.

**) Wir werden späterhin noch Gelegenheit haben, auf die ausgezeichneten Gruben von Hornu und die vielfachen Versuche die dort durch Herrn E. Rain-

in den 222 Meter tiefen Abbaustrecken gleich 19°, während die Temperatur des Kohlenflötzes selbst nur 16½° betrug. Der Temperaturunterschied ist also in dem Falle gleich 2½ Grad und beträgt in manchen Gruben, besonders da, wo Kohlenflötze in Brand gerathen sind, das Doppelte. In einigen Gruben endlich, wie in Mexiko, dringen aus dem Innersten der Erde Mineralquellen hervor, durch welche die Temperatur der Grubenräume auf 36—40° erhöht wird.

In den Strecken hingegen, wo der Wetterwechsel durch Maschinen oder durch Hinabsikern von Tagewassern beschleunigt wird, welches letztere in außerordentlich vielen Schächten der Fall, ist die Temperatur in den Strecken niedriger als die Gesteinstemperatur.

Vergleicht man die Temperatur der Grubenluft mit der der äußeren Atmosphäre, die im Winter gleich —15 bis 20°, im Sommer gleich +20 bis 30° sein kann, so werden sich hieraus solche Temperaturunterschiede herausstellen, deren Resultat ein natürlicher Wetterzug sein muß. Der Dichtigkeitsunterschied der Grubenluft und äußeren Atmosphäre ist im Winter bisweilen gleich $\frac{1}{5}$, und daraus wird sich nothwendigerweise ein sehr kräftiger Wetterstrom ergeben müssen, weil die Luftquanten sich auszugleichen streben. Im Sommer ist der natürliche Wetterwechsel gemeinhin schwieriger herzustellen, und ein Stokken der Wetter wird hiervon die Folge sein müssen. Nimmt man so den Temperatur- und Gleichgewichtsunterschied der inneren Grubenluft und äußeren Atmosphäre als Basis an, so wird man sich von den verschiedenen Erscheinungen, welche ein natürlicher Wetterzug darbietet, sehr leicht Rechenschaft ablegen können.

Wenn eine Grubenstrecke oder mehrere mit der atmosphärischen Luft nur durch *einen* einzigen Schacht communiciren, so wird während des Winters die äußere kalte Luft in der Mitte des Schachtes hineinfallen, während die inneren warmen Wetter längs den Schachtstößen hinausziehen. In den Strecken geht die warme Luft längs der Firste und die kalte streicht auf der Sohle. Im Sommer werden die Wetterströme sehr schwach sein und nur bei Sonnenauf- und Untergang, wo die Temperatur der äußeren Luft niedriger als die in den Gruben ist, stattfinden; die Wetter stocken vollkommen, wenn die Differenz Null ist oder das Gegentheil von dem obigen stattfindet, d. h. wenn die innere Luft dichter als die äußere ist.

---

beaux, den genialen Administrator des schönsten Etablissements von Europa, in so vielen Beziehungen angestellt wurden, hinzuweisen.

Die Uebersetzer.

Communiciren Grubenräume durch zwei Oeffnungen (Schächte oder Stollen) mit der äußeren Atmosphäre, und haben diese beiden Mundlöcher gleiche Weite, Lage und gleiches Niveau, so wird der Wetterwechsel ebenso wie oben sein, sich aber sofort ändern, wenn eine der Oeffnungen in ihrer Beschaffenheit verändert werden sollte.

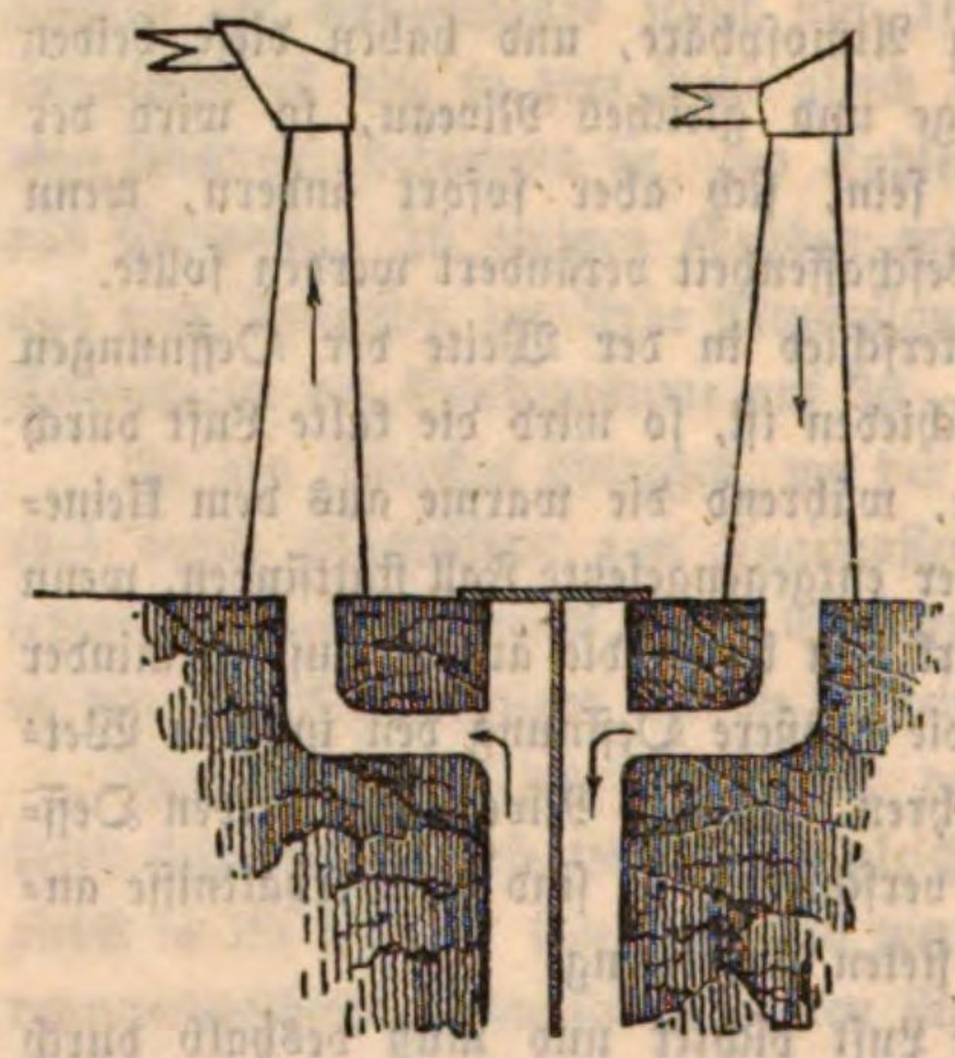
Findet nur allein ein Unterschied in der Weite der Oeffnungen statt, ohne daß deren Lage verschieden ist, so wird die kalte Luft durch das größere Mundloch einfallen, während die warme aus dem kleineren zieht. Im Sommer muß der entgegengesetzte Fall stattfinden, wenn auch der Wetterzug nicht so stark sein kann; die äußere Luft ist minder dicht und wird deshalb durch die größere Oeffnung den inneren Wettern leichter den Austritt gewähren. Ist das Niveau der beiden Oeffnungen (Schacht oder Stollen) verschieden, so sind die Verhältnisse anders, die Wetter aber in einer steten Bewegung.

Im Winter ist die äußere Luft dichter und muß deshalb durch die niedriger belegene Oeffnung einfallen. Die erwärmten Wetter werden durch das höher belegene Ort ausziehen; der entgegengesetzte Fall wird im Sommer stattfinden; die Grubenluft ist dichter, sie muß deshalb durch die niedriger belegene Oeffnung ausziehen. Im Frühling und Herbst wird die Richtung des Wetterstromes unbestimmt sein und können die Wetter selbst gänzlich stocken.

Endlich ist die Lage der Oeffnungen auf den natürlichen Wetterzug von so großem Einflusse, daß die gewöhnlichen Richtungen des Wetterstroms gänzlich verändert werden können. Es kommt z. B. vor, daß ein Stolle oder eine Strecke in ein kaltes Thal ausmündet und auf der entgegengesetzten Seite mit einem Schachte communicirt, der seine Oeffnung auf einem den Sonnenstrahlen ausgesetzten hohen Plateau hat, und wo deshalb Sommer wie Winter die Wetter durch den Schacht ausziehen müssen. Der Wind ist gleichfalls nicht unwichtig; ein Stollemundloch kann den gewöhnlichen Landwinden entgegen belegen sein und dadurch der Wetterwechsel des Stollens sehr viel kräftiger werden. In vielen Fällen sucht man die Gewalt des Windes dadurch noch mehr zu benutzen, daß man auf das Schachtmundloch bewegliche Lutten (Wetterhüte) aufstellt, die man nach Willkür richten kann und so stellt, daß die Oeffnung des Hutes bei dem einfallenden Wetterschachte dem Winde zugekehrt ist, während dieselbe bei dem ausziehenden Schachte von dem Winde abgewendet ist. In England wendet man eine solche Vorrichtung sehr häufig an, und läßt die Wetterhüte durch Wetterfahnen sich selbst lenken (Fig. 130.).

Aus dem Vorgetragenen erhellt, wie der natürliche Wetterzug

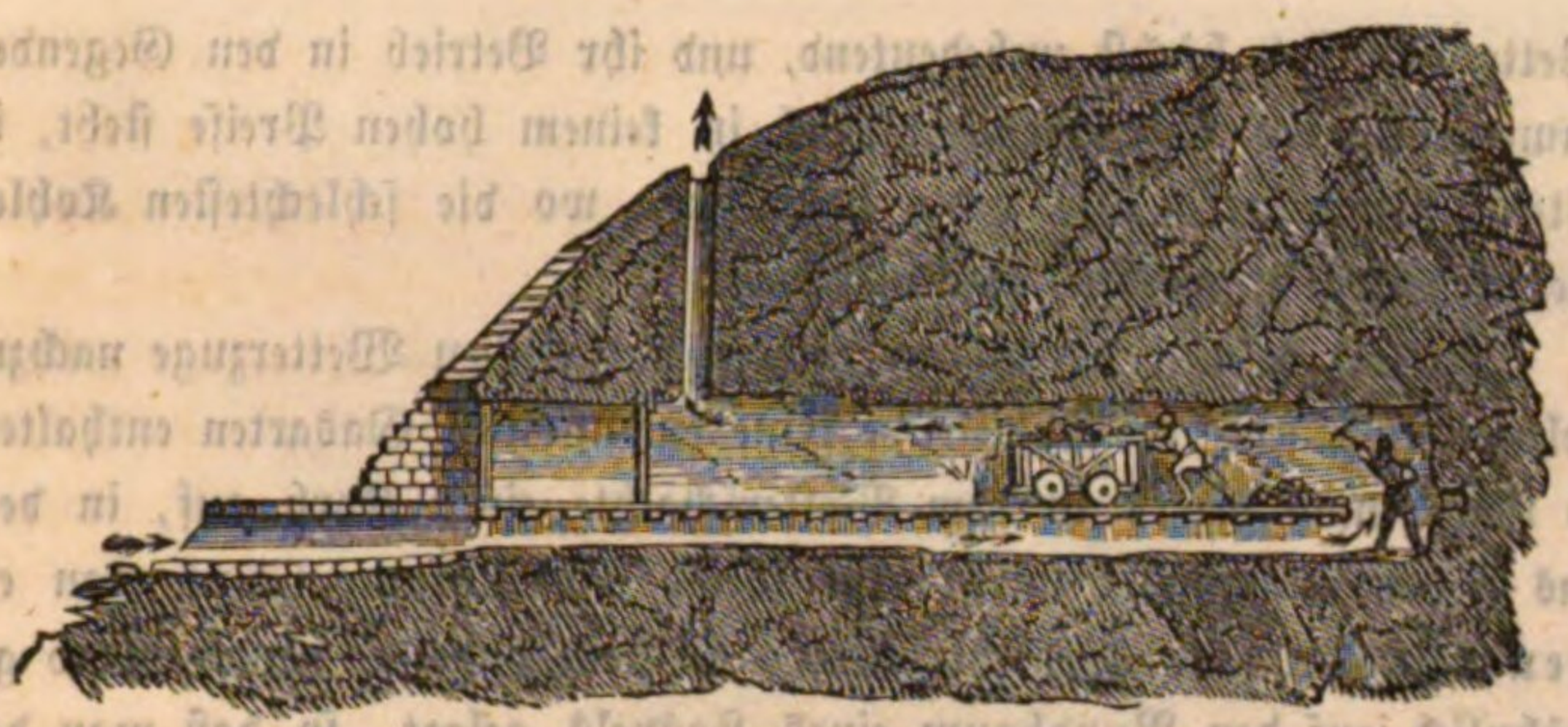
auf der Weite der Schachtöffnung oder Stollenmundlöcher, deren Niveauunterschied und Lage beruht; um deshalb einen guten Wetterzug darzustellen, muß man die eben angeführten Bedingungen so günstig wie möglich zu stellen suchen, und mit künstlichen Vorrichtungen zu Hilfe kommen, wo die Natur nicht ausreichend ist. So stellt man z. B. über eine Schachtöffnung einen hohen Schlott auf, der nur dazu dient, um das Niveau zweier Wetterschächte in der Weise zu verändern, daß hierdurch der Wetterstrom eine bestimmte und kräftigere Richtung bekommt.



[Fig. 130. Vorrichtung eines Wetterhutes.]

Das Abteufen eines Schachtes würde man bald aus Wettermangel einstellen müssen, wenn man nicht den Schacht vermittelst einer luftdichten Bretterwand (Schachtscheider) in zwei ungleiche Hälften theilte, von denen die größere als Förderschacht, und die kleinere als Fahrschacht dient, der Wetterwechsel zwischen beiden aber so vor sich geht, als wenn es zwei ganz verschiedene Schächte wären, und wobei man endlich durch Aufsetzen einer Wetterlutte auf dem Fahrschacht den Wetterwechsel um vieles noch beschleunigen kann.

Der Betrieb eines langen Stollens würde gleichfalls sehr bald unmöglich werden, wenn man sich zur Erzeugung eines natürlichen Wetterzugs nicht ähnlicher Mittel bediente. Man stößt zu diesem Zwecke von Tage aus Bohrlöcher auf den Stollen nieder, wodurch zwei mit einander communicirende Oeffnungen von ungleicher Weite gebildet werden. Sonst richtet man auch das Tragewerk luftdicht vor; die äußere Luft dringt unter dem Tragewerk ein und geht durch das Mundloch hinaus (Fig. 131.). Genügt eine solche Vorrichtung nicht, so kann man den Wetterwechsel durch einen Wetterschacht ganz bestimmt herstellen. Hierbei werden zwei Wetterthüren in der Gegend des Mundlochs angebracht, von denen die eine immer geschlossen bleibt, die Grubenwetter deshalb durch den Schacht hinausziehen müssen, und so gehört eine solche Vorrichtung zu der Klasse, wo ein Grubenraum zwei mit dem Tage communicirende Oeffnungen hat.



[Fig. 131. Wetterführung in einer Strecke.]

Künstlicher Wetterzug. — Wetteröfen.

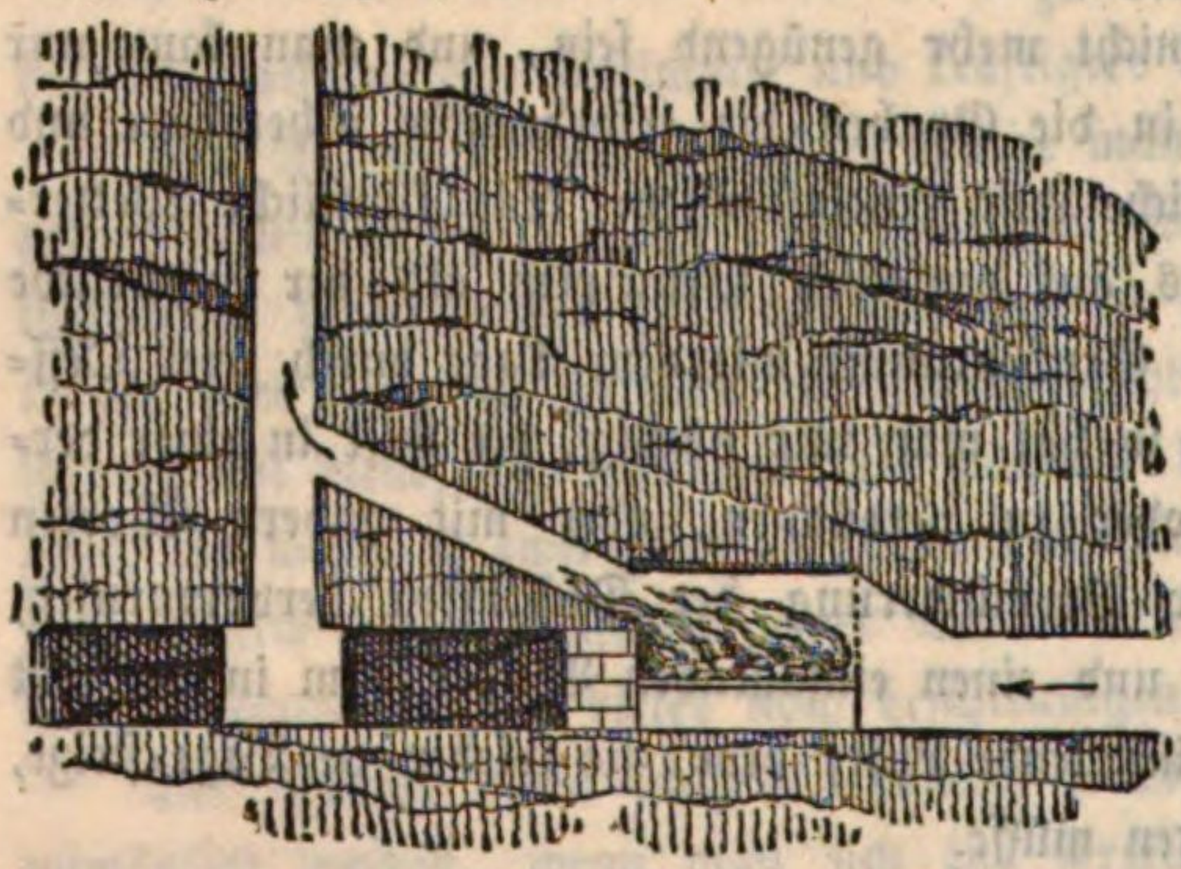
Wenn die Grubenbauten eine größere Teufe erlangen, sich mehr ausdehnen, die Strecken eng und klein sind, und wenn sich besonders sehr viel schädliche Gasarten in der Grube entwickeln, so kann ein natürlicher Wetterzug nicht mehr genügend sein, und man kann nur auf künstlichem Wege in die Gruben die erforderliche athembare und zum Verbrennen taugliche Luft hineinschaffen. Die künstliche Wetterlosung beruht übrigens auf denselben Principien als der natürliche Wetterzug, d. h. wenn Grubenräume mit dem Tage durch zwei Oeffnungen communiciren, so hat man nur nöthig, die Luft in einer derselben zu condensiren oder zu verdünnen, oder mit andern Worten eine Vermehrung oder Verminderung der Dichtigkeit hervorzurufen, um einen ausziehenden und einen einfallenden Wetterstrom in der Art zu erzeugen, daß die einfallende Luft, bevor sie wieder zu Tage steige, die Grubenbauten nähren müsse.

Die Wetterhaltungsfrage ist also hier auf zwei Punkte zurückgeführt; entweder verdünnt man die Luft oder man verdichtet sie, von welchen Verfahrungsarten die erstere häufiger angewandt, und wobei die Hilfe des Feuers besonders in Anspruch genommen wird.

Bringt man bei einem Schachte einen Wetterofen an, so wird er die zum Verbrennen nöthige Luft aus den Grubenwettern herneh-men, und dadurch einen Wetterzug veranlassen. Andererseits wird die durch Erhitzung verdünnte Luftsäule zur Erzeugung eines kräftigen Wetterstroms um so mehr beitragen, als das Quantum der verbrannten Stoffe in dem Ofen groß ist. Solche Wetteröfen können dem natürlichen Wetterzuge sehr zu Hilfe kommen; man kann ihre Wirkungen vergrößern und verringern, und sie selbst nur dann anwenden, wenn die Wetter in der Grube stocken. Die Erbauungskosten der

Wetteröfen sind höchst unbedeutend, und ihr Betrieb in den Gegenden namentlich, wo das Brennmaterial in keinem hohen Preise steht, in Steinkohlenrevieren also ganz besonders, wo die schlechtesten Kohlen hierzu verwandt werden, fast allgemein.

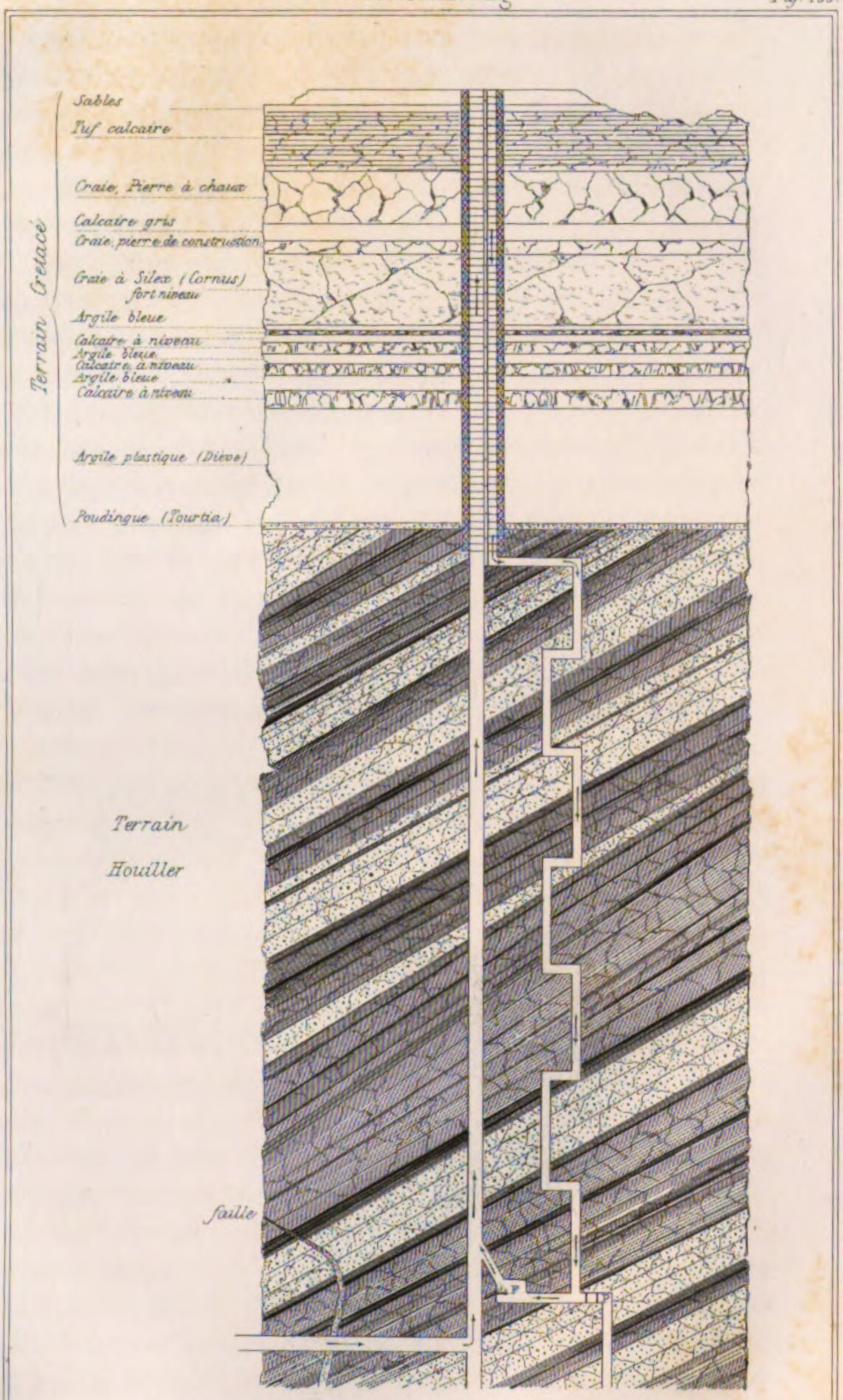
Kommt es nur darauf an, einem natürlichen Wetterzuge nachzuhelfen, und sind in der Grube keine entzündliche Gasarten enthalten, so hängt man öfters in dem Wetterschachte einen Korb auf, in dem das Feuer angezündet wird; eine solche Vorrichtung nennt man ein Feuerbecken (toc feu); die Kette, an dem dasselbe hängt, wird gewöhnlich auf den Rundbaum eines Haspels gelegt, so daß man das Becken in einer beliebigen Höhe anbringen kann. Offenbar ist der Gebrauch der Kette und die bewegliche Stellung des Beckens unnütz, da für einen Wetterofen der vortheilhafteste Platz immer nur an der Schachtsohle sein kann. Es ist deshalb bei Weitem vernünftiger, an der Schachtsohle selbst oder in einer Seitenstrecke einen wagerechten Rost anzubringen, nnd so die verdünnte Luft und die durch Verbrennung erzeugten Gasarten den Schacht hinauf zu senden (Fig. 132.). Ist die erwähnte Strecke eine Förderstrecke, so bringt man den Wetterofen bei Seite an, und setzt denselben mit dem Schachte durch einen kleinen Querschlag oder Ueberbrechen gleichfalls in Verbindung, wobei man indeß in der Hauptstrecke zwei Wetterthüren schlagen muß.



[Fig. 132. Vorrichtung eines Wetterofens.]

Kommen in einer Grube entzündliche Gasarten vor, so muß der Wetterofen nur mit reiner Luft versehen werden, und wäre man nicht im Stande, ihn so anzubringen, und müßte ihn deshalb durch Wetter nähren, welche die Grube bereits durchstrichen haben, so muß man sich ja vorsehen, daß eben diese Wetter nicht entzündlich oder schlagend sind. In solchen Fällen kann man nur die Vorsicht gebrauchen, daß man die bösen Grubenwetter, bevor sie unter den Rost des Wetterofens kommen, durch lange und enge Röhren streichen läßt, so daß die nunmehr auf den Herd strömenden Gase, wenn sie entzündlich sind,

Fig. 133.

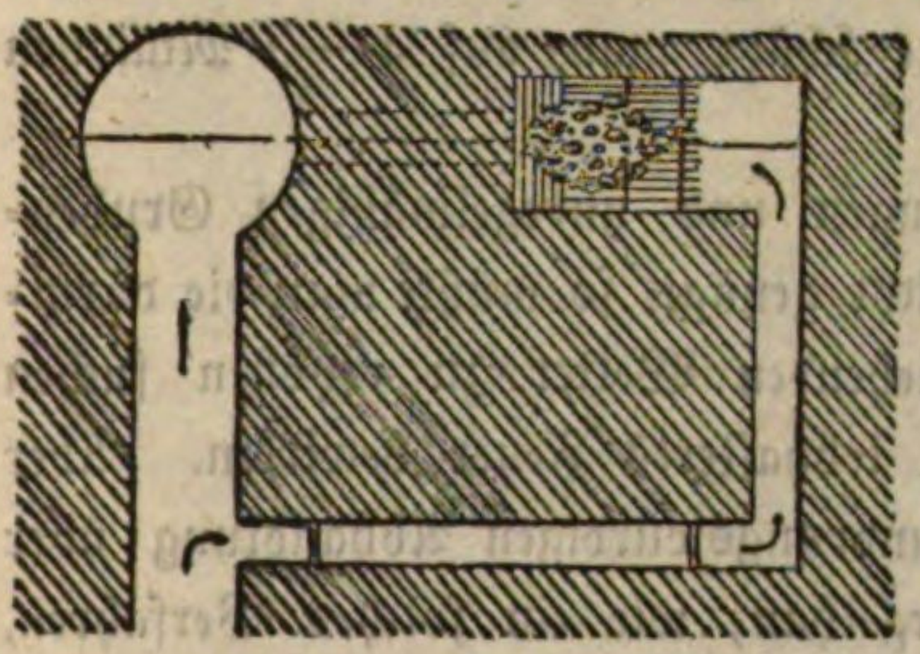


E. Wormser sc.

Wettercofen (Strain)

zum thätigeren Brennen nur beitragen können, das Feuer aber in der Grube weiter zu verbreiten nicht vermögen.

Die Wetterführung ist in den nord-französischen und belgischen Gruben gemeinhin also vorgerichtet. So lange der Schacht in Zimmerung steht, theilt man denselben durch einen Scheider in zwei Hälften, den Förderschacht (bure principale) und Fahrschacht (goyau) (Fig. 133.). Hat man das die Kohlen überlagernde Gebirge durchfahren, kommt man also beim Ende der Zimmerung an, so sondert sich der Fahrschacht von dem Förderschachte ab und steigt in je zehn Meter tiefen durch Querschläge zusammenhängenden Schächten nieder, wie dies auf Fig. 133. näher angegeben ist. Der Wetterofen steht nun in einer besonderen Strecke im Niveau der Schachtsohle und in Verbindung mit dem Fahrschachte, von wo aus die zur Verbrennung nöthige Luft unter den Rost geführt wird und die verbrannten Gasarten durch eine 15—20 Meter lange geneigte Strecke in den Förderschacht ausziehen. Zwei starke Wetterthüren sondern die Grubenluft von den aus dem Fahrschachte auf den Herd fallenden Wettern ab. Auf solche Weise kommen die bösen Grubenwetter in keine Berührung mit dem Wetterofen, da derselbe nur durch frische Luft genährt wird.



[Fig. 134. Vorrichtung eines Wetterofens.]

Man kann den Wetterofen auch so vorrichten, wie es auf Fig. 134. angegeben ist, wobei indeß angenommen wird, daß die zur Verbrennung nöthige Luft aus der Grube selbst genommen ist, und erst durch zwei Wetterthüren, welche zur Regulirung des Wetterzuges dienen, streichen muß.

In England sind die Wetteröfen allgemein im Gebrauch, aber die Art der Luftzuführung, eine ganz andere wie in den nord-französischen und belgischen Gruben. Wir erwähnten schon früher, daß die Newcasteler Kohlen durch Strecken- und Pfeilerbau gewonnen würden; da nun also die Grube in einzelne Abtheilungen gebracht ist, so werden gleich in dem Schachte die einfallenden Wetter vermittelst Scheider in einzelne isolirte Ströme gebracht, welche die Grube durchsetzen und unter denen man alsdann zur Nährung des Wetterofens den aussucht, welcher am wenigsten mit Grubengas beladen ist. Die Abführung der verbrannten Gasarten von dem Wetterheerde geschieht auf

ähnliche Weise, wie bei den oben beschriebenen Wetteröfen (Fig. 132. und 134.).

In Belgien hat man die Wetteröfen über Tage angebracht und dieselben mit hohen Essen versehen oder die ausziehenden Grubenwetter durch Heizapparate erwärmt. Einer dieser Caloriferen wurde in Seraing construirt und wird öfters als Muster aufgeführt. Er erhitzt die Luft in einem verschlossenen Raume vermittelst gußeiserner Röhren und Cylinder. Die Erhitzung der ausziehenden Wetter ist aber jedenfalls allen vernünftigen Begriffen über Wetterhaltung zuwider, und die Anzienner Wetteröfen (Fig. 133.) sind ebenso wie die Newcasteler nicht nur deshalb vorzuziehen, weil sie um vieles billiger, sondern auch in der That wirksamer sind.

Die Temperaturerhöhung der Wetter durch die Wetteröfen im nördlichen Frankreich und Belgien beträgt durchschnittlich 15—20° welche vollständig zur Erzeugung eines kräftigen Wetterwechsels von der Geschwindigkeit von 0,60 M. — 1 Meter pro Sekunde, genügend ist. Unter diesen Umständen ist die Temperatur der ausziehenden Wetter nachdem dieselben den Ofen passirt haben 40—45°. Der Kohlenverbrauch auf dem Roste gleich 6—800 Kilog. Kohle pro 24 Stunden. Die zur Verbrennung nöthige Luft beträgt für dieselbe Zeit 4—6000 Cub. Met.; die entwickelte Wärme schätzt man auf 4—5 Millionen Wärmeeinheiten.

Wenn ein Wetterofen bei engen und unregelmäßigen Grubenbauten von großer Ausdehnung nicht genügt, so müßte man die durchschnittliche Temperatur der ausziehenden Wetter zu erhöhen suchen und dies wie natürlich durch ein lebhafteres Feuer bewirken. Aber Herr Combes hat in seiner bewundrungswürdigen Abhandlung über die Grubenwetter zur Genüge dargethan, wie ein solches Verfahren, die Temperatur des aufsteigenden Wetterstroms über 40° zu erhöhen nicht praktisch genannt werden kann. Die Erbauung einer Esse, um die erwärmte Luftsäule zu vergrößern, wäre übrigens im Vergleiche zum Nutzeffecte zu kostbar. Man muß also zur Beförderung des Wetterwechsels in der Vergrößerung der Wetterschächte und in mechanischen Mitteln seine Hilfe suchen.

Die Feuerung der Dampfmaschinenkessel wurde auch zur Beförderung des Wetterwechsels in Vorschlag gebracht. Man solle die Feuerroste, nämlich der Kessel, welche zum Betriebe der Förder- oder Wasserhebungsmaschinen dienen, bei der Schachtöffnung so anbringen, daß die aus dem Schachte ziehenden Wetter über denselben hinwegstreichen müssen. Wenn auch dieses Verfahren bei solchen Gruben

nicht angewendet werden kann, die schlagende Wetter haben, so dürfte es dennoch, besonders in den Fällen, öfters benutzt werden, wo das Brennmaterial einen hohen Werth hat, und deshalb auf Ersparungen gesonnen werden muß. Bei allen derartigen Vorrichtungen, wo man Wetteröfen in den oberen Teufen des Schachtes anbringt, und dadurch das Herausziehen der Wetter zu befördern trachtet, muß man übrigens nicht vergessen, daß sie ein Schließen des Schachtes erforderlich machen, und dadurch dessen Gebrauch zur Förderung gänzlich untersagen.

Anwendung des Dampfes.

Man hat öfters die directe Anwendung des Dampfes bei der Wetterhaltung in Vorschlag gebracht, die Versuche hierüber indeß immer nur unvollständig ausgeführt. Zuvörderst schlug man vor, die Wetter eines Schachtes mittelst Wasserdampf zu erhitzen, der in gußeisernen Röhren cirkulire, ein Verfahren das offenbar unvollständiger und kostbarer wie die Anwendung der Wetteröfen ist. Auf mehreren Gruben benutzte man die entweichenden Dämpfe der Hochdruckmaschinen uud führte sie durch ein von unten nach oben steigendes Rohr in einen Wetterthurm oder Wetterschacht. Dadurch erzeugte man einen aufsteigenden Dampfstrom, der, obgleich er nur stoßweise war, dennoch genügte, um dem Wetterstrom dieselbe Richtung zu ertheilen. Das ist ein äußerst unvollständiges Mittel, welches aber dennoch seinen Werth dadurch hat, daß es ohne die Kosten zu vermehren, zur Beförderung des Wetterwechsels immer etwas beiträgt. Ein sicheres, billiges und für die schlagenden Wetter gefahrloses Verfahren besteht in der Anwendung des mechanischen Dampfdruckes (jet de vapeur). Herr Pelletan hat die ersten Versuche hierüber angestellt und fand, daß ein Dampfstrom von hohem Druck (5 oder 6 Atmos. z. B.) in einer Röhre, die einen größeren Durchmesser als er selbst hatte, eine solche Bewegung verursachte, daß hinter dem durchstreifenden Dampfe ein leerer Raum erzeugt wurde. Ein unbedingt leerer Raum, wie er in den Dampfkesseln bewirkt wird, wäre zur Wetterhaltung eben nicht erforderlich, es geht im Gegentheil aus den Versuchen des Herrn Pelleton hervor, daß der Dampf bei einer gemäßigten Bewegung am besten wirkte. So ergab sich bei seinen Versuchen, daß ein Dampfstrom von 0,006 M. Durchmesser und 5 Atmosphär. Drucke in einer 0,02 M. weiten und 0,25 M langen Röhre einen verdünnten Luftraum bewirkte, der einer Queckfilbersäule von 0,16 M. entsprach. Man hatte hierbei 58 Liter Wasser pro Stunde verbraucht, und in derselben Zeit 200 Cub. Met. Dampf erzeugt. Die Geschwindigkeit des Wetter-

wechsels war gleich 3 Cub. Met. Luft pro Secunde und der Kohlenverbrauch gleich 160 Kilog. pro 24 Stunden; um nun einen Wetterstrom von 1 Meter Geschwindigkeit pro Secunde in einem 9 Meter weiten Schachte zu erzeugen, würde bei 3 Dampfströmen ein Kohlenverbrauch von 480 Kilog. erforderlich sein. Dieses Verfahren führt zwar ebenso wie die an der Schachtmündung angebrachten Wetteröfen den großen Uebelstand mit sich, einen vollständigen Verschluß des Schachtes zu verlangen, es ist aber um vieles billiger und besonders gefahrlos in Gruben, die auch noch so sehr mit schlagenden Wettern angefüllt sind.

Mechanische Wetterbeförderungsmittel.

Alle Gebläsemaschinen kann man bei den Gruben zur Ausdehnung der Wetter benutzen und man wendet gewöhnlich mehr die saugenden wie die blasenden an, da der Betrieb der ersteren Maschinen leichter einzurichten, und sie selbst in der Regel solider und dichter sind.

Die Bedingungen, welche man nach Herrn Combes von einer guten Wettermaschine zu verlangen hat, sind folgende: 1) große Luftquantitäten fortzuschaffen, 2) denselben indeß keine große Geschwindigkeit zu geben, 3) den Luftdruck der angesaugten Grubenwetter nicht um vieles zu vermehren, wenn sie Sauger sind, und den Druck der Atmosphäre nicht zu vergrößern, wenn sie Bläser sind.

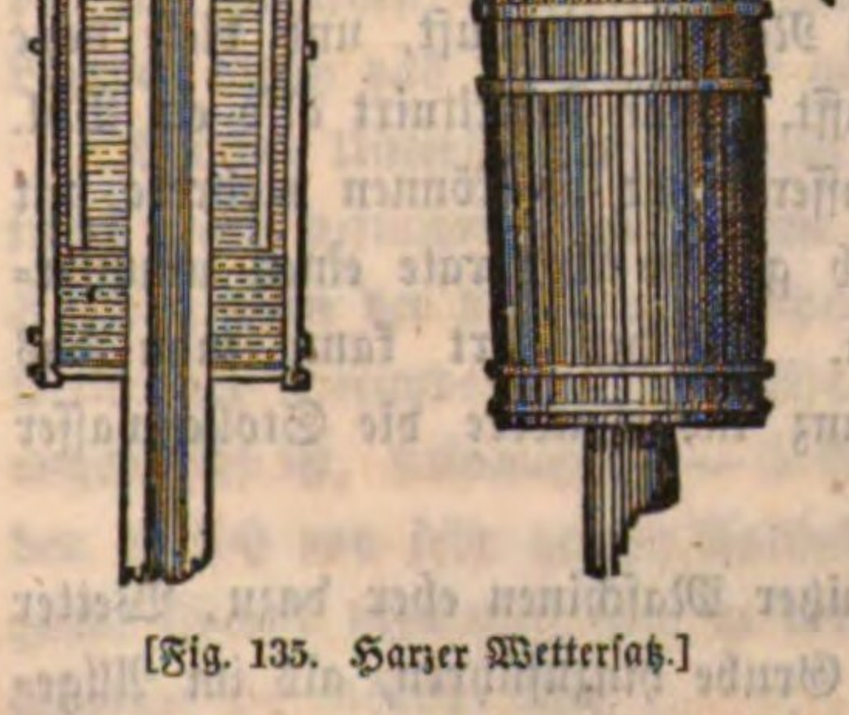
Es erhellt daraus, wie verschieden die Ansprüche sind, welche man an die Grubenmaschinen im Vergleich zu den Hüttengebläsen macht, denn diese letzteren setzen nur kleine Quantitäten Luft um, dies geschieht aber mit einer großen Geschwindigkeit und deshalb mit einem beträchtlichen Drucke. Die Wettermaschinen müssen darum auch ganz anders als die Hüttengebläse construirt werden, überhaupt viel größere Dimensionen und insbesondere weitere Ventile haben.

Auf der Grube Esperance bei Lüttich befördert man den Wetterwechsel durch saugende Cylinder, die durch eine Dampfmaschine von 25 Pferdekraft in Betrieb gesetzt werden. Der durchschnittliche Luftdruck beträgt 0,076 M. einer Wassersäule, das gesogene Luftquantum ist der Berechnung nach 9,024 Cub. Met. pro Secunde in der Wirklichkeit aber nur 8,016 Cub. Met. Die beiden Wetterschächte sind 3 □Met. weit, und die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wetterstroms ist folglich 2,62 M. pro Secunde. Der Kohlenverbrauch entspricht 25 Pferdekräften und der Nutzeffect hiermit verglichen, beträgt derselbe nur $\frac{1}{3}$ der ganzen Kraft, d. h. gleich 8,05 Pferden. Bei zwei ähnlichen

Maschinen in der Umgegend von Charleroi wurde für die eine $\frac{1}{4}$ und für die andere $\frac{1}{5}$ gefunden.

Dieser ungeheure Kraftverlust bekundet das unvollständige dieser Vorrichtung genügend. Die Reibung der gewaltigen Kolben ist der hauptsächlichste Mangel dieser Maschinen, den man bis jetzt noch nicht beseitigen konnte. Herr Combes wandte deshalb einen Centrifugalventilator zur Wetterhaltung an, welcher sich in der That sehr bewährte. Die Reibung ist hier höchst unbedeutend, Ventile fehlen, die Luftzuführung kann durch große Oeffnungen vor sich gehen, und die Erbauungskosten sind gering. Der Centrifugal Ventilator wird übrigens in den Gruben selbst zur Bewegung der Wetter an solchen Orten angewandt, wo der Wetterwechsel gänzlich stockt und man dieselben mit den übrigen Theilen der Grube nicht in Verbindung setzen kann.

In Deutschland gebraucht man zur Wetterhaltung öfters einen Ventilator, den man dort den Harzer Wettersatz nennt und welcher sich durch seine einfache Construction auszeichnet (Fig. 135.). Derselbe besteht aus 2 in einander passenden Tonnen, von denen die größere zum Theil mit Wasser angefüllt ist, und deren obere Hälfte durch ein Rohr mit einem Ventil mit der Grube communicirt; die zweite Tonne ist mit der Oeffnung nach unten eingebracht und hat an ihrer oberen Decke eine Klappe; das Wasser bildet die Liederung; bewegt man nun die obere Tonne durch irgend eine Kraft auf und nieder, so wird durch den Hub die innere Luft eingesogen, und durch den Druck dieselbe durch die obere Klappe herausgeschafft.



[Fig. 135. Harzer Wettersatz.]

Mitunter hat man bei der Grube, über oder unter Tage, Wassergefälle zur Disposition, die zu Wasserrädern benutzt werden können, womit man alsdann Wettermaschinen in Bewegung setzt. Gewöhnlich hat man indeß schon zur Förderung oder Wasserhaltung dergleichen Räder construirt, und braucht

deshalb zur Wetterhaltung nur geringe Vorrichtungen zu machen. Hat man viel Wasser übrig, so benutzt man sie zu Wassertrommelmelgebläsen, besonders, wenn das Gefälle sehr bedeutend ist; ist das Gefälle nur gering, so richtet man sogenannte Schemnitzer Maschinen vor.

Die Wassertrommeln für die Wetterführung sind ganz dieselben, als wie die zum Hüttenbetriebe, nur daß dort ein größeres Gefälle von etwa 5 Met. gefordert wird. Das Wasser drückt die Luft durch hölzerne Lutten in einem verschlossenen Kasten zusammen, an dessen oberer Hälfte das Ableitungsrohr angebracht ist. Der Nutzeffect dieser Apparate ist übrigens unbedeutend (0,15 der verwandten Kraft), was sich aus einem Beispiele am Besten ergeben wird.

Bei einer Grube in den Pyrenäen läßt man einen Wasserstrahl von 8 Meter Höhe mit einer Geschwindigkeit von 2,70 Cub. Meter Wasser pro Minute in einer 0,21 M. weiten Lutte herabfallen; die Luft tritt in der Lutte unterhalb einer Verengung, wodurch der Durchmesser derselben auf 0,13 M. reducirt wird, durch 4 Löcher ein, die zusammen 90 □ Cent. Met. Weite haben. Die umzimmerten Wetter werden vor das anstehende Ort einer 427 Meter langen Strecke vermittelst einer 0,10 M. weiten Röhre gebracht, und haben eine Geschwindigkeit von 3,66 M. pro Minute.

Die Schemnitzer Maschine besteht in einem Kasten von Holz oder Blech, in dem eine Röhre von oben bis fast auf den Boden hinabreicht. Das Wasser geht durch dieses Rohr in den Kasten und treibt die darin enthaltene Luft durch eine andere Oeffnung hinaus. Oeffnet man alsdann den Hahn zum Ablassen des Wassers, so füllt sich der Kasten durch ein drittes Rohr von Neuem mit Luft, und diese neue Quantität wird ebenso herausgeschafft. Man substituirt also ein Vol. Luft einem gleichen Quantum Wasser, und so können mehrere mit einander verbundene und in Betrieb gesetzte Apparate einen ununterbrochenem Luftstrom hervorbringen. In der Art kann man das schwächste Gefälle benutzen, und ganz insbesondere die Stollenwasser anwenden.

Uebrigens dienen diese Schemnitzer Maschinen eher dazu, Wetter auf einen bestimmten Punkt in der Grube hinzuführen, als im Allgemeinen den Wetterwechsel einer Grube zu befördern.

All' diese Maschinen werden überhaupt vorzugsweise dazu angewandt, frische Wetter auf solche Punkte in der Grube zu schaffen, wo die Wetter schlecht sind; man benutzt sie selbst bei einzelnen besonderen

Arbeiten, wie beim Abteufen eines Schachtes und beim Betriebe einer Strecke.

In diesem Falle bedient man sich besonders der gewöhnlichen Ventilatoren mit 4 Flügeln und führt die Luft in sogenannten Lutten (canards) vor das gewünschte Ort.

Vertheilung der Wetter in den Gruben.

Hat man ein bestimmtes Wettersystem zu begründen, so muß man zuvörderst das Quantum reiner Luft bestimmen, das in einer gewissen Zeit in die Grube geschafft werden soll, und kann darnach erst die Vorrichtung zur Verbreitung der Wetter treffen.

Die für eine Grube nothwendige Luftmenge ist sehr verschieden, denn sie hängt nicht nur von der Ausdehnung der Grubenbauten ab, sondern auch von der speciellen Beschaffenheit der inneren Wetter. Die Kohlengruben an sich verlangen den lebendigsten Wetterwechsel, und liefern deshalb das beste Beispiel zur Kennenlernung der Wetterlosung, während die meisten tieferen Erzgruben, in denen sich keine fremdartigen Gase entwickeln, in Betreff der Wetterhaltung vieles zu wünschen übrig lassen.

Die Geschwindigkeit des Wetterstromes in der Grube muß so groß sein, daß die schlechten Wetter sich mit ihm vermischen und ihre Absonderung wie Anhäufung in den Höhlen behindert wird. Am zweckmäßigsten ist eine Geschwindigkeit von 0,60 M. pro Secunde, wodurch sowohl das Grubengas als auch die Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft vermengt werden; 1,20 M. pro Secunde darf man ja nicht überschreiten, denn sonst würde nicht nur ein für die Bergleute störender Zug entstehen, sondern auch sehr leicht die Flamme der Davy'schen Lampen durch das Drahtgewebe gejagt werden.

Bei der Untersuchung des für eine Grube nöthigen Wetterquantums ward gefunden, daß die am schlechtesten mit Wettern versehenen Kohlengruben der nord-französischen und belgischen Reviere 1,700 Cub. Meter pro Secunde erhielten. Die Gruben, in denen ein Wetterofen angebracht ist, bekommen 3—5 Cub. Met. pro Secunde. Die Gruben endlich von sehr großer Ausdehnung, und in denen sich viele schlagende Wetter vorfinden, wie in der oben angeführten Grube Esperance erhalten 7—9 Cub. Met.

Man kann in den Gruben, wo keine schädlichen Gasarten sich entwickeln, das einzuführende Luftquantum à priori dadurch bestimmen, daß man die Zahl der Arbeiter und Grubenlampen berechnet, und das so zersetzte Luftquantum verdoppelt oder verdreifacht. Man wird

dies aber nur da nöthig haben, wo ein künstlicher Wetterzug überhaupt erforderlich ist; gewöhnlich wartet man — und das besonders in den Erzgruben — daß sich die Bergleute über den Wettermangel beschweren und hierdurch Veranlassung geben, zu künstlichen Vorrichtungen seine Zuflucht zu nehmen. In den Kohlengruben aber und all' denen, wo explodirende, entzündliche oder erstickende Gasarten vorkommen, wäre es eine Unklugheit, nicht gleich im Voraus künstliche Vorrichtungen zur Beförderung des Wetterwechsels anzubringen und sich nicht bei der Berechnung auf die angeführten Zahlen zu stützen.

Die Größe und Geschwindigkeit des Wetterstromes steht übrigens im genauen Zusammenhange mit der Weite der Grubenräume; so müßte eine Strecke, in der sich 8 Cub. Met. Luft mit einer Geschwindigkeit von 0,60 M. pro Secunde fortbewegen, die Dimensionen von 3,70 M. auf 3,70 M. haben. Die Strecken haben aber in der Regel nur 4 □Met. Weite, es könnten also in diesen nur 2,400 C. M. mit einer Geschwindigkeit von 0,60 M. sich fortbewegen und 4,800 C. M. bei einer höchsten Geschwindigkeit von 1,20 M. Darum theilt man in den Gruben, die vieler Wetter bedürfen, den Hauptwetterstrom in mehrere Arme, die nach den verschiedenen Theilen der Grube hinziehen. Es können z. B. drei Ströme sein, welche 3 Cub. Met. Luft pro Secunde geben; alle diese Ströme können durch denselben Schacht einfallen, der zu diesem Zwecke in drei oder vier Abtheilungen gebracht ist. Nachdem nun die so getheilten Wetterzüge die Grube durchfahren gehen sie vereinigt zum Wetterschachte hinaus.

Die nöthige Luftquantität für eine Grube kann übrigens immer nur annähernd bestimmt werden, und man wird durch die Prüfung der herausziehenden Grubenwetter und Messung, deren Geschwindigkeit in der Grube erkennen können, ob der Wetterwechsel gut ist. Es kann in den Gruben mit schlechten Wettern aber vorkommen, daß die herausziehenden Wetter überaus unrein und schädlich sind, ohne daß man deshalb im Stande wäre, die Geschwindigkeit des Wetterzuges zu vermehren. In diesem Falle muß, wie wir es schon oben bemerkt, der Wetterstrom in mehrere Arme gebracht werden, und in solcher Gestalt die Gruben durchziehen. Dieses Zertheilen ist besonders in den mit Grubengas angefüllten Gruben sehr dienlich, und so sind die großen Kohlengruben in England und Belgien gewöhnlich in drei bis vier Abtheilungen gebracht, deren Wetterhaltung von einander ganz unabhängig ist. Solche Vorrichtungen erheischen alsdann Absonderungsmauern und Wetterthüren, welche letzteren man nur wenn es sein muß öffnet, und von selbst zufallen oder von Kindern schließen läßt.

Der Grubenriß der in England gebräuchlichen Strecken- und Pfeilerbaue (Fig. 76.) zeigt die Anlage der zur Wetterhaltung nöthigen Mauern und Thüren. Auf den Rissen der übrigen Abbaumethoden (Fig. 74. u. 75.) ist die Richtung des Wetterstromes gleichfalls durch Pfeile angedeutet.

Wenn die Wetter in eine Grube einfallen, so müssen sie zuvörderst vor die Hauptabbauörter geführt und dann durch weniger befahrene Strecken aus der Grube herausgeschafft werden. Ist der Weg, den die Wetter zurückzulegen haben, nicht lang, so bedarf es keiner künstlichen Mittel zur Beförderung des Wetterwechsels; der Wetterstrom nimmt natürlich den directesten und leichtesten Weg. Sehr häufig aber will man die Wetter an solche Orte führen, die nicht auf diesem Wege liegen, und da muß man sich eben jener oben angeführten Mittel bedienen.

Die Wetterthüren werden aus Holz und um so fester gemacht, je häufiger sie geöffnet und geschlossen werden müssen. In dem letzteren Falle richtet man auch in einer gewissen Entfernung von einander zwei Wetterthüren vor, von denen eine immer geschlossen ist. Hat man ein Zertrümmern dieser Thüren durch Explosion zu befürchten, so bringt man an der Streckenfirste eine Thüre mit Scharniren an, die immer aufgehängt bleibt, aber so vorgerichtet ist, daß sie niederfallen und die Strecke verschließen kann, sobald sie von einer so starken Kraft berührt wird, welche die beiden anderen Thüren zertrümmerte.

Die Wettermauern haben keinen anderen Zweck als dem Wetterstrome eine bestimmte Richtung zu geben, und können ohne große Sorgfalt aus Holz, Ziegeln oder Bergen hergestellt sein; die Mauern aber, welche zur Absonderung des alten Mannes dienen, in dem Grubengas angehäuft oder sich entwickelt hat, müssen gleich denen zur Abhaltung des Grubenbrandes mit großer Sorgfalt ausgeführt, d. h. vollständig undurchdringlich gemacht werden. Beim Durchkreuzen von Strecken muß man zur Absonderung der Wetterströme eine Vorrichtung treffen, wie sie in Fig. 136. näher angegeben ist.

[Fig. 136. Kreuzung zweier Wetterströme.]

In den Gruben, wo schlagende Wetter vorkommen, muß der Wetterstrom so viel wie möglich von unten nach oben ziehen, um die Anhäufung böser Wetter in den oberen Teufen zu verhindern; die Arbeiter müssen ferner angehalten sein die Firste der gefährlichsten Strecken zu reinigen, damit sich das Grubengas nicht in den Vertiefungen derselben anhäufen könne, endlich muß man den Wetterstrom nicht auf sich selbst zurückkommen lassen, um bei einer stattfindenden Explosion kein Stocken der Wetter durch das Zertrümmern der Mauern oder Thüren hervorzurufen.

Trotz aller Vorsicht aber kommt es dennoch fast immer vor, daß nach einer heftigen Explosion die Wetter entweder in Folge des Zertrümmerns der Thüren und Mauern oder durch Verlöschen des Feuers in den Wetteröfen oder aber durch Zerstörung der Wettervörrichtungen stocken; in solchen Fällen ist die Grube ganz von bösen Wettern erfüllt, und es dauert bisweilen sehr lange Zeit, bevor man in dieselbe hinabfahren, den verunglückten Bergleuten Hilfe leisten und den Wetterwechsel wieder herstellen kann.

Bei einer Grube also, wo Grubengas vorkommt, müssen solche Vorrichtungen angebracht sein, vermittelst welcher man den gestörten Wetterwechsel sofort wieder herstellen oder wenigstens den erstickten Bergleuten Hilfe leisten kann; in dem ersteren Falle kann man immer einen oder mehrere Hilfswetteröfen in Bereitschaft halten und den Wetterwechsel vermittelst leicht entzündbarer Materien unmittelbar nach der Explosion wieder bewirken. Man kann auch wie in England an der Oeffnung der Schächte, in denen die Wetter einfallen, große Gefäße mit Wasser aufstellen und den Schacht hinab einen Wasserstrom gießen, der die Luft mit sich führt und den Wetterwechsel wieder herstellt. Die Bergleute fahren ferner mit Ammoniak und Kalkwasser ein und werden bei der Einfahrt besonders darauf zu sehen haben, daß sie den Wetterstrom immer im Rücken behalten.

Man hat sich auch der Luftathmungsapparate bedient, um direct in den bösen Wettern vorzudringen. Sie bestehen in einem Schlauche, worin eine Quantität Luft enthalten ist; der Bergmann athmet diese Luft durch ein Rohr ein und stößt sie in ein anderes aus, wobei zwei Ventile zu Hilfe kommen; dann comprimirt man wieder die Luft in einem Blechkasten zusammen und das Athmen wird hierbei ebenfalls durch Ventile unterstützt. Man hat von diesen zu sehr zusammengesetzten Apparaten noch keine wahrhaft practische Anwendung gemacht.

Wenn sich endlich in Folge einer Entzündung des Grubengases das Feuer der Zimmerung oder dem Flötze mittheilt, so muß man

sofort alle Oeffnungen der Grube verstopfen und das Feuer wird durch das entwickelte kohlensaure Gas bald verlöscht sein. Man muß sich indeß hüten zu früh wieder in die Grube einfahren zu wollen, denn träte die atmosphärische Luft zu frühzeitig hinein, und wären noch einzelne Holz- oder Kohlentheilchen in Brand, so würde die nunmehr explodirend gewordene Luftmischung sich entzünden und neue Unglücksfälle hervorrufen.

Elftes Capitel.

Strecken- und Schachtförderung.

Nach der Häuerarbeit ist es die Strecken- und Schachtförderung ganz besonders, welche die Selbstkosten der Fördermassen am meisten erhöht. Wenn es sich um Mineralien von geringem Werthe, wie die Kohle, das Steinsalz, die Eisenerze und die armen Erze, deren Scheidung nicht in der Grube stattfindet, handelt, so muß auf die Förderung ein ganz specielles Augenmerk gerichtet werden. Im Allgemeinen findet man in den Gruben um so unvollkommenere Transportmittel, je höheren Gehalt und deshalb größeren Werth die Erze besitzen. So wurden die Eisenbahnen zuerst in den Steinkohlengruben angewandt, während in den meisten Silbergruben Perus die Fördermethode so unvollkommen blieb, daß zur Herausschaffung des gewonnenen Erzes die Bergleute auf ihren Schultern und an ihren Beinen kleine hiermit angefüllte Säcke hingen, und so durch enge und winklige Strecken das Erz zu Tage schafften.

Die Grubenförderung geschieht durch Menschen- oder Pferdekraft Diese Kräfte können entweder unmittelbar auf der Streckensohle angewandt werden oder auf Schienenwegen von Holz oder Eisen. Die Schachtförderung findet je nach der Wichtigkeit des Grubenbaues durch Haspelförderung, folglich durch Menschenkraft, durch Göpel, also durch Pferde, endlich durch Wasser- oder Dampfmaschinen statt. Von diesen verschiedenen Fördermethoden werden mitunter mehrere zusammen angewandt, und so Combinationen gebildet, die sich nach den localen Umständen richten und erstaunlich mannichfaltig sind. Zuerst wollen wir die Principien feststellen, auf denen eine rationelle Förderung beruht, und stützen uns hierbei zum großen Theile auf die von Herrn

Gervoy in den Gruben des Loire-Departements gesammelten Erfahrungen.

In den meisten Gruben bildet der Mensch die einzige bewegende Kraft. Die Aeußerung der letzteren richtet sich nach den Wegen, die er zu durchlaufen hat, er schafft also als Träger, wenn er mit Säcken oder Körben beladen ist, als Karrenläufer, wenn er einen Karren vor sich stößt, als Schlepper, wenn er einen Förderschlitten vor sich stößt oder hinter sich nachzieht, endlich als Fördermann überhaupt beim Stoßen oder Schleppen von drei- oder vierrädrigen Förderwagen auf der Streckensohle selbst oder auf Schienenwegen. Der Träger wird nur da gebraucht, wo die Förderwege eng oder steil sind, oder wo eine Menge von Krümmungen eine andere Förderung schwierig oder unmöglich machen. Mit einem Sacke beladen, den er mit einer Hand auf den Schultern festhält, stützt er sich mit der anderen auf einen Stock, mit dem er zugleich die Grubenlampe hält. Diese langsame und beschwerliche Fördermethode wird in den Gruben des südlichen Amerikas, wo die Förderwege eng und winklig sind, häufig angewandt. In den europäischen Gruben kommt dies seltener vor, und sie wurde dort nur auf kurze Entfernungen beibehalten, um von den anstehenden Oertern z. B. die gewonnenen Mineralmassen nach den Förderstrecken zu schaffen. Die Wege für die Träger in den Gruben müssen zum wenigsten 1,20 M. Höhe auf 0,65 M. Breite haben. Nach der Neigung der Strecken und deren Weite variirt die Ladung eines Trägers von 40—60 Kilog. Das Fallen der Streckensohle darf nicht 46° übersteigen, und selbst da ist es nöthig, daß das Liegende treppenförmig eingehauen wird, eine Vorsicht, die man von 15° angerechnet nicht unterlassen sollte. Für Neigungen über 20° ist der Transport beim Hinabsteigen ebenso beschwerlich, wie beim Hinaufsteigen. Ersterer kann nur bis 12° mit Nutzen angewandt werden. Endlich muß man so viel als möglich zu vermeiden suchen, daß die Förderlängen für einen Mann 60—80 Meter übersteigen.

Im günstigsten Falle kann ein guter Träger bei weiten Strecken von geringem Falle mit einer Ladung von 60—75 Kilog., die in einem Sacke oder leichten Korbe befindlich ist, in einer Schicht einen Nutzeffect von 300 Kilog. auf 1 Kilom. Entfernung gefördert, hervorbringen. Bei 20° Neigung würde dieser Nutzeffect auf 190 Kilog. zu 1 Kilom. reducirt werden. Man wird die verschiedenen Verhältnisse aus beistehender Tabelle am besten ersehen können, welche das Resultat der Förderung durch Tragen in den Gruben der Loire enthält. Bei sehr niedrigen Strecken wendet man Kinder an, ebenso wie

in den Braunkohlengruben der Umgegend von Marseille, wo in treppenförmig ausgehauenen Strecken der durchschnittliche Nutzeffect der Kinder von 10—14 Jahren gleich 48 Kilog. bei 1 Kilom. ist.

Tabelle über den Nutzeffect der Träger in den Gruben der Loire.

Namen der Gruben.	Förderlängen.	Neigung.	Kohlenladung.	Zurückgelegte Wege	Nutzeffect 1 Kilog. auf 1 Kilom.	Bemerkungen. Höhe der Strecken.	Bemerkungen. Zustand der Sohle.
	M.	Grade.	Kil.			Met.	
Monrambert . . .	150	45 bei 100 M. 0 = 50 M.	40	32	192	1,60	Gut.
Quantin	64	40 = 48 M. 0 = 16 M.	50	62	198	1,30	Ziemlich gut.
Charles	66	5	50	6	198	2	Schlecht.
Palle	130	8	50	3	208	1,60	dito.
Salomon	80	26 = 50 M. 0 = 30 M.	55	50	220	1,60	Ziemlich gut.
Palle	80	0	50	60	240	1,30	Schlecht.
Brulé	120	—13	53	40	254	2	Ziemlich gut.
Breuil	54	9	60—75	80	289	Unt. freiem Himmel	Sehr schlecht.
Roche-la-Molière	45	20 = 21 M. 0 = 21 M.	50	135	304	1,30	Sehr gut.

Der Karrenläufer bildet in gewisser Weise die zweite Klasse von Förderleuten; man wendet ihn fast überall da an, wo man später zu einer vollkommeneren Förderung schreitet. Der Nutzeffect eines Karrenläufers mit einer kleinen Karre auf der Streckensohle selbst stoßend und einer Ladung von 60 Kilog. beträgt in einer 8—10 stündigen Schicht leicht 500 Kilog. bei 1 Kilom. Entfernung.

In einer Grube von Rive-de-Gier luden 20 Karrenläufer 100 Kilog., und legten 36 Mal einen Weg von durchschnittlich 200 Meter zurück. Der Nutzeffect eines Jeden unter ihnen war also 720 Kilog. zu 1 Kilom. Diese Zahl ist ohne alle Frage die größte, welche man mit Karrenförderung auf der Streckensohle erreicht hat. Ist die Sohle weniger gut, wie dies in einzelnen Gruben von Saarbrücken der Fall ist, so wird der Nutzeffect der Karrenförderung auf 360 Kilog. reducirt.

Ist die Sohle ganz schlecht, so wendet man Laufbohlen an. In einzelnen Gruben macht man vermittelst Stegen und Bohlen einen regelmäßigen Förderweg, und man könnte so den Nutzeffect eines Karrenläufers bis 1000 oder 1100 Kilog. bei 1 Kilom. steigern. Diese Fördermethode ist übrigens nur bei sehr schwachen Neigungen anwendbar, über 4—5° könnte der Arbeiter nur mit Nachtheil sein Geschäft verrichten. Das Gewicht der Karre würde beim Hinauffahren zu sehr

auf ihm lasten und ihn beim Hinabfahren zu sehr hinunter ziehen. Diese Schwierigkeiten begrenzten die Anwendung des Förderkarrens selbst in den Erzgruben, wo die Fördermassen unbedeutend und die Bauten regelmäßig sind. In solchen Gruben aber, wo viel zu fördern war, ist man hiervon gänzlich abgekommen.

Das Schleppen geschieht vermittelst Tonnen, die auf Schlitten stehen, und welche der Schlepper an einem Gurte nach sich zieht. Das gewöhnliche Gewicht dieses Fördermittels beträgt 33 Kilog., die Ladung in den niedrigen weniger als 1 Meter hohen Strecken 60—80 Kilog. und 120—160 Kilog. in den höheren Strecken.

Diese Fördermethode ist in den geneigten Strecken bei weitem zweckmäßiger als die Karrenförderung. Sie ist noch bei 16° anwendbar, um jedoch hinaufzukommen, fängt man bei 12° an, dem Fördermanne ein Kind beizugeben. Die Förderlängen betragen durchschnittlich 100 Meter.

Der Nutzeffect eines Schleppers ist sehr verschieden. Für niedrige Strecken mit schlechter Sohle beträgt er 250 Kilog. auf 1 Kilom., in höheren Strecken ist er 500 Kilog. auf 1 Kilom. und erreicht 800 bis 1000 Kilog. bei den besten Strecken und angestrengtester Arbeit. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Nutzeffecte der Schlepper in den Gruben des Loire-Departement.

Tabelle über den Nutzeffect der Schlepper in den Loire-Gruben.

Namen der Gruben.	Entfernung.	Neigung.	Ladung.	Zurückgelegte Wege	Nutzeffect von 1 Kileg. auf 1 Kilom.	Bemerkungen.
	Met.	Grade.	Kil.			
Le prêcheurs . . .	60	0	60	56	201	Strecke von 0,80 M.
Couzon	62	0	80	50	248	Strecke von 1 Meter.
La Chana	102	16 auf 85 M. 0 = 17 M.	110	35	393	Strecke von 1,60 M. schlechte Sohle.
La Roche	210	12 = 47 M. 0 = 163 M.	90	28	529	
Le Brulé	140	—14	120	32	538	Strecken über 1,60 M. Verschiedene Beschaffenheiten der Strecken.
La Chaux	150	6	130	35	663	
Soleil	197	0	119	30	703	
Gagne-Petit . .	150	— 6	110	44	726	
Genets	120	0	115	55	759	
Cote-Thiolière	178	0	123	37	810	
Treuil	100	0	120	85	1020	Strecken von 1,50 M. — Ausgezeichnete Sohle. — Im Gedinge.

Man stellt die Schleppförderung auch durch Pferde her, die vor einen großen oder zwei kleine Kübel gespannt werden. Vorzugsweise bedient man sich dieses Verfahrens in weiten Förderstrecken und bei größeren Entfernungen als 100 Meter. Gewöhnlich sind diese beiden Arten mit einander verbunden, so daß die einzelne Kübel aus kleineren Strecken auf den großen Förderweg geschafft, wo sie zu zweien von einem Pferde weiter gebracht werden, dessen Ladung also gleich 66 Kilog. an absolutem Gewicht und 200—400 Kilog. an Fördermasse ist. Der Nutzeffect eines Pferdes variirt für die Strecke mit schlechter Sohle von 800—1000 Kilog. bei 1 Kilom. und von 1500—2500 für Strecken von guter Beschaffenheit. Die folgende Tabelle zeigt den Einfluß der Streckenbeschaffenheit auf den Nutzeffect dieser Förderungsweise.

Tabelle über den Nutzeffect der zur Streckenförderung benutzten Pferde in den Gruben der Loire.

Namen der Gruben.	Entfernungen.	Neigung.	Kohlenladung.	Zurückgelegte Wege.	Nutzeffect von 1 Kilog. auf 1 Kilom.	Bemerkungen.
	Met.	Grade.	Kil.			
Martoret	100	0	200	36	720	Die Gruben von Rive de Gier haben eben sowohl schlechte Sohlen, wie schlechten Wetterwechsel.
dito	200	0	200	22	880	
dito	300	0	200	19	1140	
Grand Croix . . .	150	—3	200	31	930	
dito	200	—5	200	28	1120	
Salomon	160	0	220	50	1760	Die Gruben von St. Etienne haben eine besser Wetterhaltung und Sohle, wie die vorhergehenden.
Cote-Thiolière .	215	2	240	36	1858	
Brulé	150	—3	450	28	1890	
Gagne-Petit . .	150	—6	440	32	2112	
dito	350	—6	440	18	2772	

Uebersteigt die Neigung einer Strecke 6—8° und beträgt dieselbe sogar 15°, so muß das Pferd so vorgelegt werden, daß es beim Hinuntergehen die Last heraufzieht. Man fördert in dieser Weise die Kübel vermittelst Bremsen hinauf, und erlangt so einen ungleich höheren Nutzeffect als wenn das Pferd selbst das Fördergefäß in die Höhe schaffen müßte. Bei noch größeren Neigungen muß man das volle Fördergefäß hinabgleiten und das leere vermittelst einer Bremsvorrichtung zu gleicher Zeit hinaufziehen lassen.

Soll man also die Förderung einer Grube einrichten, so wird sich dies nach der Weite der Strecken, deren Neigung und Länge rich-

ten; hat man diese gefunden, so wird man nach dem Zustande der Förderstrecken leicht den Nutzeffect bestimmen können, den man von Menschen sowohl als von Pferden im Voraus verlangen kann. Bei sehr großen Neigungen von 12—15° z. B. nehme man bei der Rechnung das dreifache der wirklichen Länge an und gebe dem Fördermann noch eine Hilfe bei (ein Kind). Die Förderung geschieht gewöhnlich durch die jüngsten Arbeiter; man gebraucht selbst die Kinder von 10 Jahren an. Unter den Pferden müssen kleine und kräftige Thiere gewählt werden, ihre Stallung neben dem Schachte angebracht und mit Dielen zum Abhalten der Feuchtigkeit ausgebohlt sein. Die Strecken, in denen sie sich bewegen, müssen 1,70 M. Höhe auf 1,60 M. Weite haben, damit sie sich umdrehen können.

Bei den gewöhnlichen Verhältnissen kommen die Förderpreise für eine achtstündige Förderschicht oder im Geding, wo das durchschnittliche Schichtlohn zu 2 Frs. beträgt, folgendermaßen zu stehen:

		Frs.
Förderung auf der Streckensohle	Träger	0,080
	Karrenläufer und Schlepper	0,030
Kosten für 100 Kil. auf 100 Met. Distance	Pferde	0,017

Hat man eine Förderung eingerichtet, so muß man sich bei der Berechnung der Ausgaben und des erhaltenen Nutzeffectes nicht an die Zahlen halten, welche man in der ersten Betriebszeit erhält. Man muß im Gegentheile erwarten, daß die Arbeiter sich an ihr Geschäft gewöhnen und hierdurch leicht den Effect verdoppeln können. So erfuhr man in den mexikanischen Gruben bei Einführung der vervollkommneteren Fördermethode, an Stelle der früheren Tragarbeit von Seiten der Arbeiter die allergrößten Einwendungen. Die Gewohnheit des Tragens hat in der That in der Art ihre Kraft entwickelt, daß sie dieses mühselige Geschäft ungleich länger ertragen konnten, als die leichtere, aber ungewöhnte Arbeit, des Schleppens, wovon sie augenblicklich müde wurden.

Förderung auf Förderbahnen.

Laufen die Fördergefäße unmittelbar auf der Streckensohle, so wird dadurch die Unterhaltung der letzteren nöthig, welche um so theurer wird, als die Sohle weich und schmutzig ist. Ist die Förderung sehr bedeutend, und die Förderlänge über 100 Meter, wie in den Kohlengruben, so schreitet man fast überall zu den Schienenwegen. In den Erzgruben ist die Beschaffenheit des Gesteins mitunter sehr

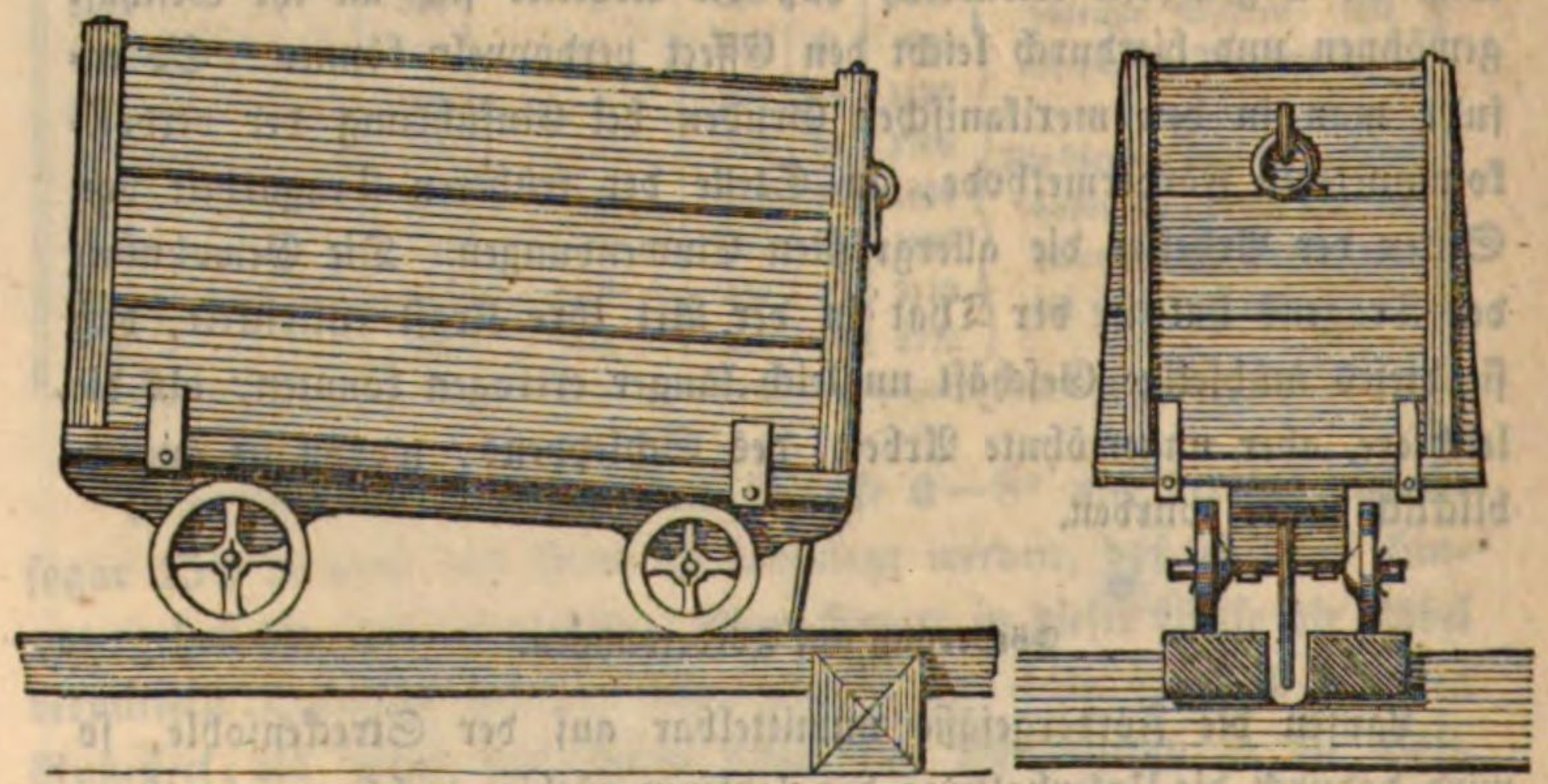
hart, und deshalb eine ebene Sohle, welche sich zum Schleppen eignete, sehr schwierig herzustellen, weshalb man hier gleichfalls genöthigt ist, Schienenwege von Holz oder von Holz und Eisen vorzurichten. Die Holzschienenwege bestehen aus Gestängbrettern, auf denen die Spurlatten angenagelt sind; die Räder des Hundes laufen nun in diesen Spurlatten. Die Schienenwege aus Holz und Eisen bestehen aus eisernen Schienen, die auf Straßbäumen aufgenagelt sind, oder aus stärkeren Eisengestängen, welche als wirkliche rails (Schienen) auf Stegen ruhen. Bei dieser letzteren Construction vermeidet man die Stühle und schneidet die Stege aus, legt die Schienen hinein und befestigt sie durch Holzkeile.

Die Fördergefäße, welche für Schienenwege bestimmt sind, haben eine große Wichtigkeit und es richtet sich deren Anwendung nach den localen Verhältnissen.

In Deutschland sind die Holzschienenwege sehr im Gebrauch; die Fördergefäße haben dort eine eigenthümliche Form und heißen Grubenhunde.

Die Förderbahn besteht aus zwei Laufbrettern, die mit einem kleinen Zwischenraum neben einander gelegt werden; ebenso bringt man die Spurlatten an der äußeren Kante der Laufbretter an, und zwar so, daß die Räder des Hundes nicht von den Laufbrettern abgleiten können.

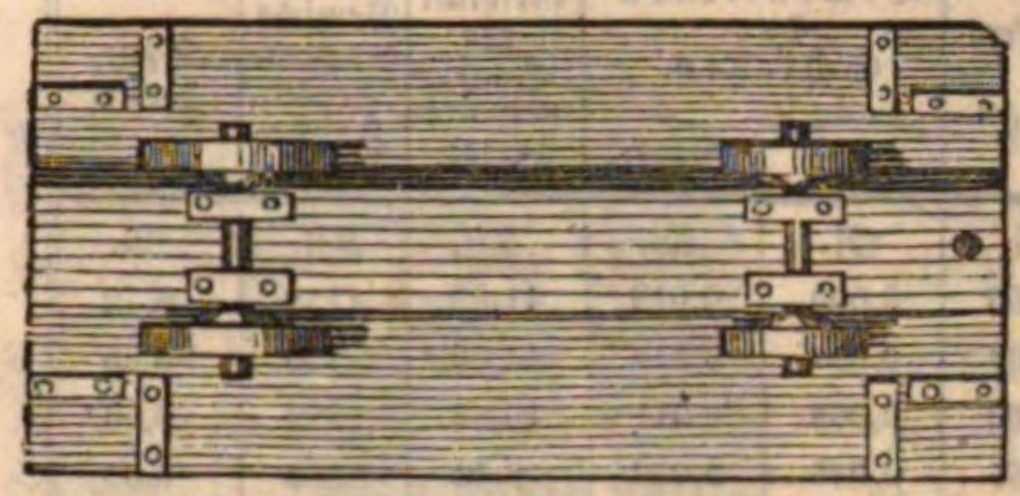
Der Grubenhund (Fig. 137.) besteht aus einem Kasten, der auf



[Fig. 137. Seitenansicht eines Grubenhundes.]

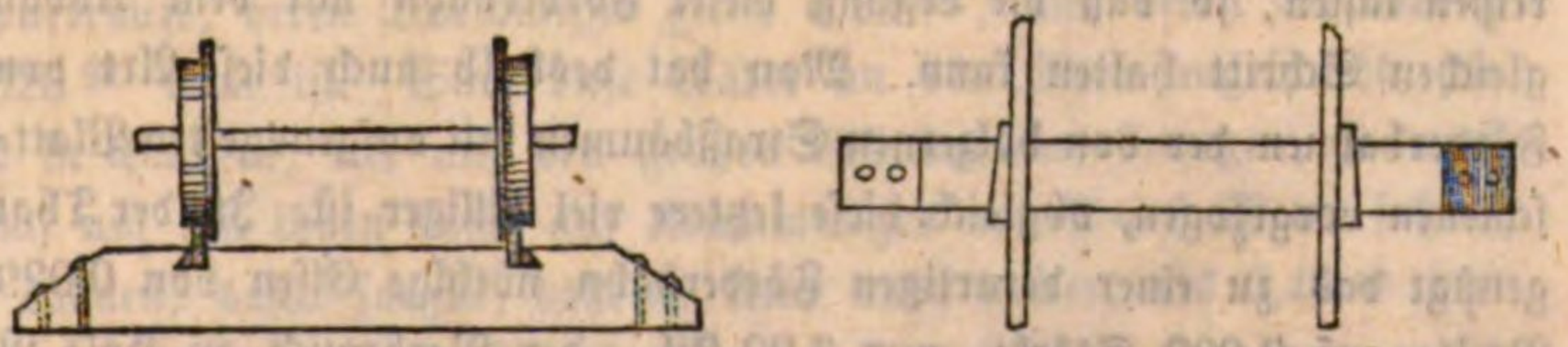
einem Gestelle mit 4 Rädern ruht. Der Kasten kann vorne geöffnet werden, und ist auf der entgegengesetzten Seite vermittelst Scharnieren mit dem Gestelle verbunden. Das Gestelle besteht aus einer breiten

Bohle, auf welcher der Kasten ruht, zwei vierkantigen Aren, die auf der Bohle befestigt, und vier gewöhnlichen Rädern, die an den Aren angebracht sind (Fig. 138.). Die vorderen Räder sind kleiner als die hinteren, so daß sich das ganze Fördergefäß nach vorne neigt; endlich haben diese Hunde auch einen Spurnagel, der an dem vorderen Theile des Gestelles angebracht und in dem Zwischenraum, den die beiden Laufbretter lassen, geht. An diesem Spurnagel ist bisweilen ein kleines horizontales Rad befestigt, um die Seitenreibungen zu verkleinern. Die Ladung der Grubenhunde variirt von 150—200 Kilog. Mit dieser letzteren bringt ein Hundstößer von einem Knaben unterstützt, einen Nutzeffect von 1400—1500 Kilog. auf 1 Kilom. hervor. Die Förderlängen sind 80—100 Meter, bei den Wechseln hebt der Fördermann den Hund vorn in die Höhe, kann ihn so leichter handhaben und herumdrehen. In den einzelnen Gruben hat man Hunde, welche Ladungen von 500 Kilog. tragen und bei guter Beschaffenheit der Strecken können zwei Förderleute einen Nutzeffect von 3000—3500 Kilog. hervorbringen.



[Fig. 138. Untere Ansicht eines Grubenhundes.]

Die Eisenbahnen in den Gruben haben in der Regel das Aussehen, wie Fig. 139. zeigt, und bestehen aus auf die hohe Kante gestellten Eisenstäben, die durch Keile in den Einschnitten der Stege befestigt werden. Gewöhnlich giebt man denselben folgende Dimensionen: für die Schienen 0,014 M. Stärke bei einer Höhe von 0,070 M., für die Stege ein Querschnitt von 0,11 M., und legt sie in 0,56 M. Entfernung von einander; die Einschnitte für die Schienen betragen 0,035 M.; die Spurweite der Bahn beträgt 0,75—0,80 M. Die folgende Tabelle giebt die verschiedenen Verhältnisse an, unter denen ein Schienenweg construirt werden, ebenso die Ladung, welche auf demselben gefördert werden kann.



[Fig. 139. Grubeneisenbahn.]

Namen der Gruben.	Entfernung der Stege.	Dimensionen der Schienen.		Gewicht der Schienen pro Meter.	Gewicht der geladenen Hunde.	Spurweite.
		Höhe.	Stärke.			
	M.	M.	M.	Kil.	Kil.	M.
Janon	0,66	0,039	0,013	11,32	1150	0,72
Frontignet	1,00	0,054	0,018	14,36	740	0,80
Roche la Molière	1,00	0,068	0,011	10,82	780	0,80
Gagne-Petit	0,65	0,045	0,013	8,54	660	0,65
Charles	1,00	0,054	0,007	5,58	500	0,80

Eine solche Förderbahn kostet in der Regel für den laufenden Meter folgende Summe:

	Frs.
16 Kilog. Eisen	5,60
Stege von Eichenholz zu 1 Fr. und in 0,65 M. Entfernung	1,50
Die Legung des Fördergestänges	0,60
Summa	7,70

Bei Krümmungen verdoppelt man die Anzahl der Stege, um die Biegung der äußeren Schienen zu vermeiden, und man legt selbst die letztere um 2 – 3 Centimeter höher, als die innere Schiene. Auf so construirten Förderbahnen gleiten die Hunde bei einem Falle von 0,006 pro Meter von selbst herab; bei schmutzigen Strecken muß man indeß 0,01 M. Fall geben.

Der große Vortheil dieser Schienenwege besteht darin, daß sie in allen Strecken vorgerichtet werden können, sich rasch legen und aufreißen lassen, so daß die Legung dieser Förderbahn mit dem Abbau gleichen Schritt halten kann. Man hat deshalb auch diese Art von Förderbahnen der von hölzernen Straßbäumen mit aufgenagelten Plattschienen vorgezogen, obgleich diese letztere viel billiger ist. In der That genügt das zu einer derartigen Förderbahn nöthige Eisen von 0,029 Breite auf 0,009 Stärke, nur 3,90 Kil., der Verbrauch an Holz ist freilich größer, im Ganzen aber würde der Meter eine solche Förderbahn nie mehr als auf 5,50 Fr. zu stehen kommen.

In einzelnen Gruben ist die Sohle momentanen Hebungen und Senkungen ausgesetzt, so daß dadurch das Niveau der schon gelegten Schienen beständig verändert werden muß. Besonders kommt dies in den Gruben von Rive de Gier vor, und man hat diesem Uebelstande durch eine eigenthümliche Vorrichtung der Zimmerung, eine Umkehrung derselben, abzuhelfen gesucht, so daß dem Drucke der Sohle ein hölzernes Gewölbe widersteht, auf dem die Förderbahn ruht (Fig. 140.).

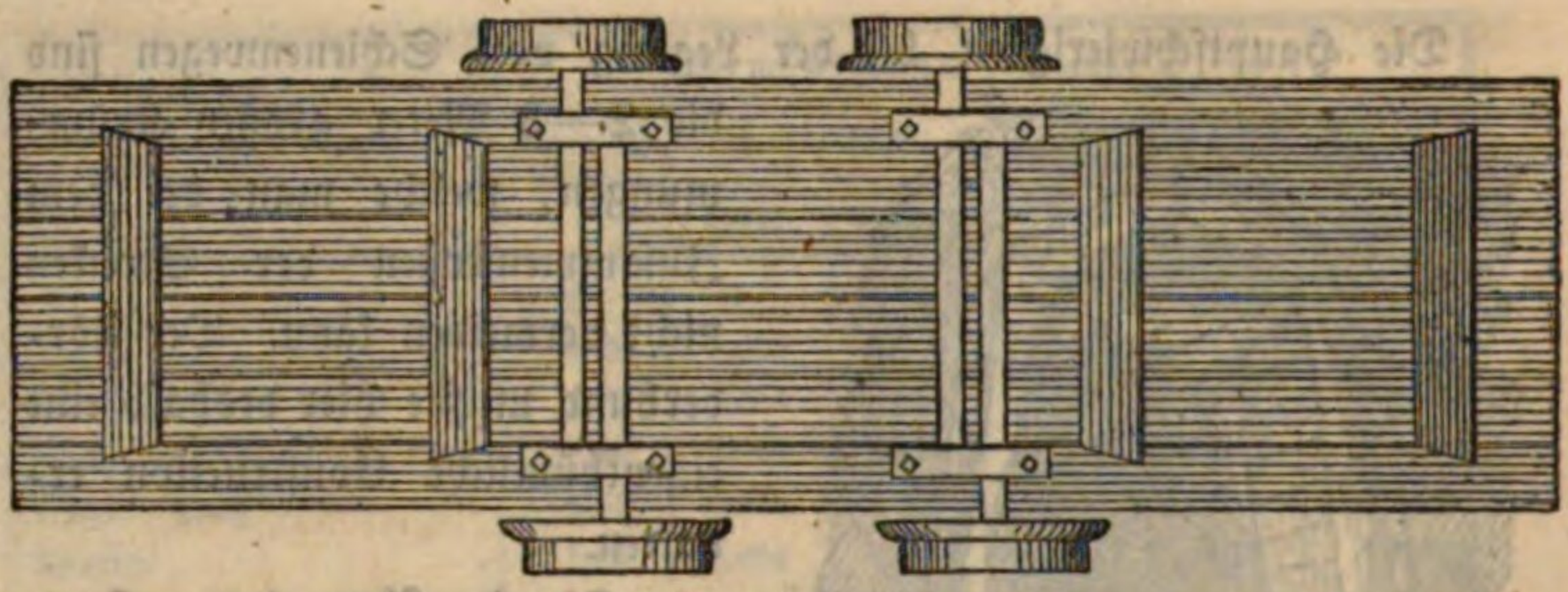
Die Hauptschwierigkeit bei der Legung von Schienenwegen sind die 2—3 Meter großen Krümmungen, welche man bei dem Zusammenstoßen der Strecken nicht vermeiden kann. Der Förderhund mußte hier deshalb eine eigenthümliche Construction erhalten.

[Fig. 140. Förderstrecke mit emporbringender Sohle (Rive de Gier).]

Die in Anwendung kommenden Fördergefäße sind entweder Roll- oder Gestellwagen, auf welchen letzteren die Tonnen oder Kübel gestellt, und unmittelbar zu Tage gefördert werden, wodurch die Umladung der Kohlen oder Erze vermieden wird, was nicht nur Kosten erspart, sondern auch bei den Kohlen z. B. das Zerstücken derselben verhindert. Die Tonnen erhalten gleich vor Ort ihre Marken, so daß man über Tage genau weiß, von welchem Orte die Förderung kommt und welcher Kammeradschaft sie angeschrieben werden muß. Es kommt natürlich in Bezug anf die Schienen weniger auf die Construction der Tonnen der Gestellwagen, als vielmehr auf das Gestelle selbst an, das so gebaut sein muß, auch bei den engsten Krümmungen der Strecken angewandt werden zu können.

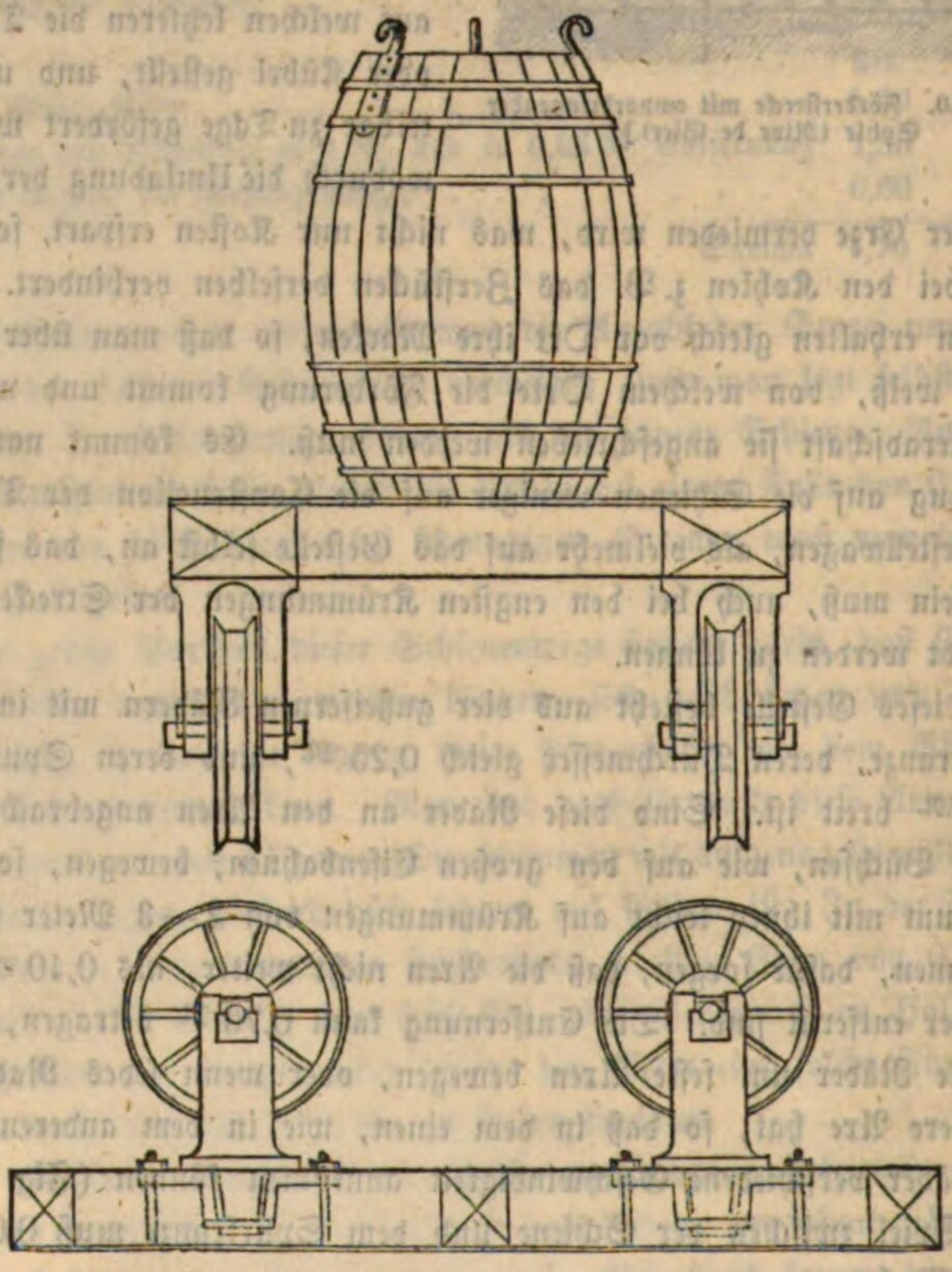
Dieses Gestelle besteht aus vier gußeisernen Rädern mit innerem Spurkranze, deren Durchmesser gleich 0,25 M., und deren Spurkranz 0,020 M. breit ist. Sind diese Räder an den Axen angebracht, die sich in Büchsen, wie auf den großen Eisenbahnen, bewegen, so muß man, um mit ihnen leicht auf Krümmungen von 2—3 Meter fahren zu können, dafür sorgen, daß die Axen nicht weiter, als 0,40 M. von einander entfernt sind. Die Entfernung kann 0,70 M. betragen, wenn sich die Räder um feste Axen bewegen, oder wenn jedes Rad eine besondere Axe hat, so daß in dem einen, wie in dem anderen Falle die Räder verschiedene Geschwindigkeit annehmen können (Fig. 141.). Das Spiel zwischen der Schiene und dem Spurkranze muß 0,005—0,010 M. betragen.

Die festen Axen, welche einen zweckmäßigen Zwischenraum von einander haben, können in fast allen Fällen für die Grubenwagen angewandt werden. Herr Fournet hat indeß in einer der Gruben von St. Etienne eine Anordnung getroffen, die die Aufgabe der Befahrung



[Fig. 141. Hundgestelle mit 4 Aren.]

von Streckenkrümmungen auf eine noch bessere Weise löst (Fig. 142.).



[Fig. 142. Gestellwagen mit Rädern von unter einander unabhängiger Bewegung.]

Die Räder haben doppelte Spurkränze und Aehnlichkeit mit denen der Flaschenzüge. Ein jedes Rad hat eine kleine Axe, die ihrerseits wiederum in einer besonderen Büchse sich befindet, die selbst um eine

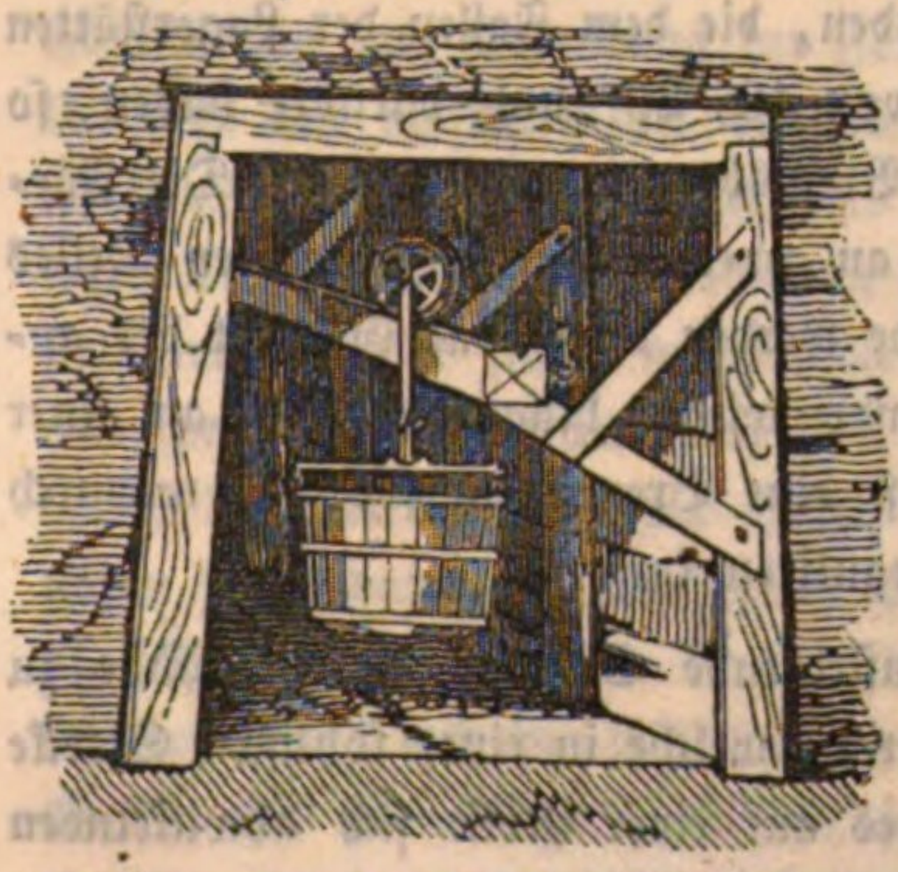
senkrechte Axe beweglich ist und mit dem Gestelle zusammenhängt. So hat jedes Rad eine unabhängige und zwar doppelte Bewegung. Das ganze Gestelle kann bei den stärksten Krümmungen angewandt werden, ohne eine große Reibung zu veranlassen. Die Vorrichtung ist offenbar nicht einfach genug, und hierin besteht ihr einziger Nachtheil, so daß deren Anwendung nur da zweckmäßig ist, wo man eine starke Förderung bei sehr gekrümmten Strecken unterhalten muß.

Die Ladung der Grubenhunde variirt von 500—800 Kil. Bei Vorrichtung einer Grubenförderung ist es eine der wichtigsten Fragen, das Verhältniß der Selbstlast des Gefäßes zu dem des Förderquantums zu bestimmen. Man weiß, daß bei den gewöhnlichen Wagen über Tage das Gewicht derselben zu der Totallast von 0,27—0,37 beträgt. Bei der Grubenförderung ist dies durchschnittlich gleich 0,25 und hat sich für besondere Fälle folgendermaßen herausgestellt:

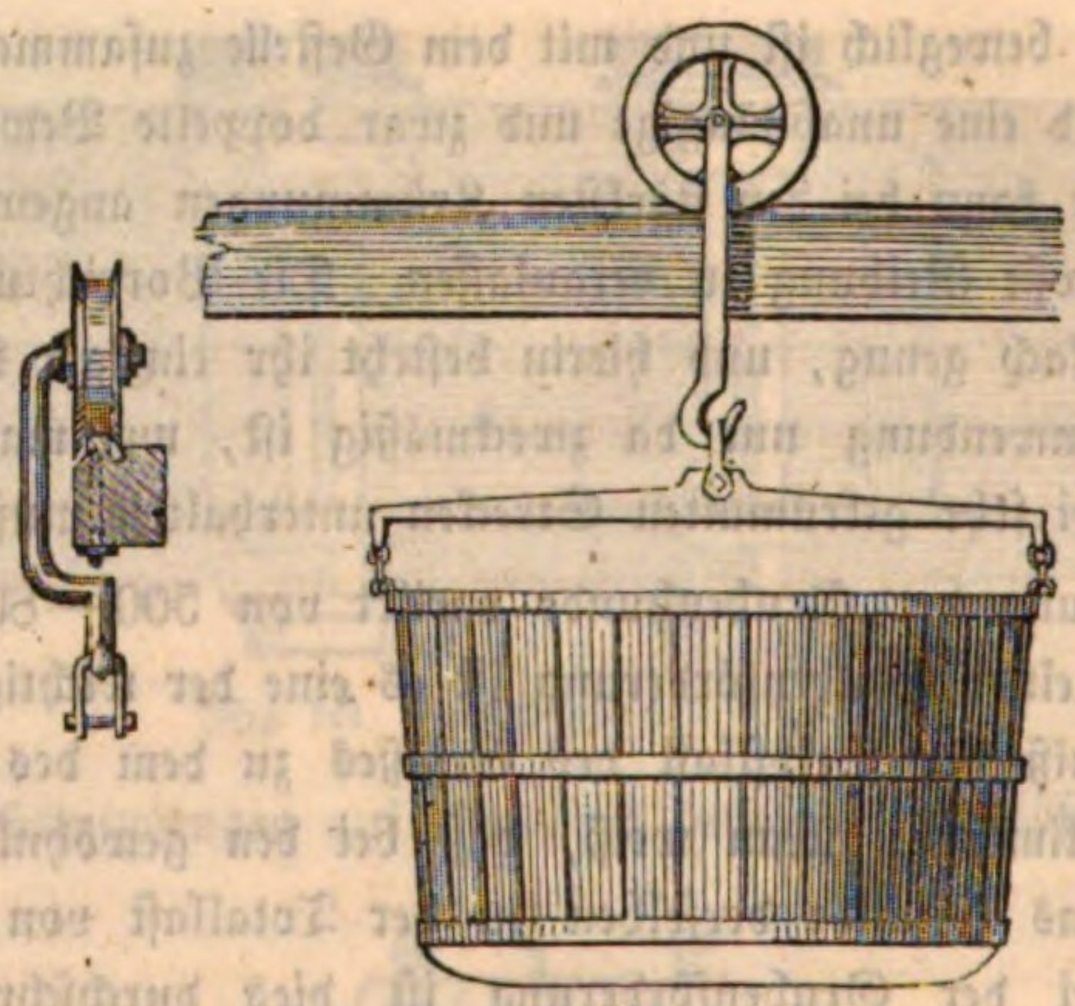
	Selbstlast.	Förderlast.
Gestellwagen für 4 Kübel	345 Kil.	600 Kil.
= = 2 =	340 =	400 =
Gewöhnliche Grubenhunde	180 =	600 =
Größere Wagen . . .	325 =	750 =

Die Selbstlast beträgt also in diesen einzelnen Fällen 0,37, 0,45, 0,23 und 0,32 des Totalgewichts; man müßte also bei der Construction der Hunde sich bemühen, das Holz und Eisen so schwach als möglich zu wählen.

Man hat in den Gruben von Grand-Croix (Rive de Gier) eine Förderbahn vorgerichtet, die deshalb beachtenswerth ist, weil sie die Selbstlast bis auf 0,25 M. reducirt. Dieser Schienenweg ist an jedem Thürstock vermittelst zweier Holzarme befestigt (Fig. 143.), und besteht aus Strußbäumen, auf denen man die Schienen angebracht hat. Der Kübel steht mit einer auf der Bahn laufenden Rolle durch eine knieförmig gebogene Eisenstange nebst Hacken in Verbindung, wodurch der Schwerpunkt stets in der Mitte erhalten wird (Fig. 144.). An den Punkten, wo der Kübel geladen und abgesetzt wird, sind in



[Fig. 143. Förderstrecke in der Grube Grand-Croix bei Rive de Gier.]



[Fig. 144. Eisenbahn mit einer Schiene zum Transport von Schleppkübeln.]

der geeigneten Höhe Bühnen angebracht, auf denen man die Tonnen aufsetzt, so daß der Fördermann dieselbe nicht herunter zu heben braucht. Wenn sich auch diese Fördermethode wegen mancherlei Uebelstände, die sie mit sich führt, nicht sehr verbreitet hat, so scheint sie dennoch großer Verbesserungen fähig, und würde besonders in den Gruben zu empfehlen sein, wo die Sohle von schlechter Beschaffenheit und daher kostbar zu unterhalten ist.

Man wendet die Grubeneisenbahnen gewöhnlich nur in den Grund- oder Gezeugstrecken an, deren Fallen gering ist, weil sie eben nach dem Streichen des Flötzes oder Ganges aufgefahren sind. Will man sie indeß auch in den Strecken anwenden, die dem Fallen der Lagerstätten folgen, und mitunter Neigungen von 10, 20° und darüber haben, so muß man sie in der Form von Bremsbergen construiren. Die Fördergefäße gleiten vermittelst eines an zwei Rollen angebrachten Seiles auf und ab, d. h. die leeren Hunde werden durch das Gewicht der angefüllten und hinabsteigenden Hunde wieder hinaufgeschafft; an einer der beiden Wellen oder Rollen ist eine Bremse angebracht, wodurch der Arbeiter die Geschwindigkeit reguliren kann.

Um geladene Hunde sehr ansteigende Strecken in die Höhe zu schaffen, bedient man sich der Pferde, welche in einer söhligen Strecke gehen, und die Last vermittelst eines auf einer Rolle sich abwickelnden Seiles hinaufschaffen. Dieser Fall kommt höchst selten in den Gruben vor. Der Nutzeffect ist indeß durch eine solche Vorrichtung nur um ein geringes vermindert.

Bei den Eisenbahnen in den Gruben hat man noch lange nicht

alle jene Verbesserungen angebracht, die bei den großen Schienenwegen über Tage zur Anwendung kamen. So wäre ohne alle Frage die Einrichtung des Herrn Arnoux zum Befahren von Krümmungen sehr leicht und mit großem Vortheil anzuwenden. Der erste Förderwagen ist mit einem Spurnagel wie die gewöhnlichen Grubenhunde versehen, und würde so einen ganzen Zug von mehreren Wagen, die auf beweglichen Axen ruhen, leiten können; bei der Rückfahrt wird der Spurnagel von dem früher ersten Wagen an den jetzigen ersten angebracht.

Zum Fördern auf Eisenbahnen werden sowohl Menschen als Pferdekraft verwandt. Ihr Nutzeffect im Vergleich zu den übrigen Fördermethoden ist erstaunlich groß. So fördert in den Loiregruben ein Fördermann 5500 Kilog. auf 1 Kilom. in einer achtstündigen Schicht; in den Anziener Gruben ist der Nutzeffect eines guten Fördermannes gleich 6600 Kilog. Der Nutzefft der Pferde ist in einem noch bedeutenderen Maße größer, da ein gutes Pferd 30—40000 Kilog. in einer Schicht auf 1 Kilom. Entfernung je nach dem Zustande des Förderweges und Wagens transportiren kann.

Verwandelt man nun diese praktischen Resultate in Kostenpreise, so findet man im Durchschnitt:

		Frs.
Für 100 Kilog. auf 100 Meter gebracht	durch Menschenkraft	0,0045
	durch Pferdekraft .	0,0012

Man nimmt hierbei an, daß die Förderstrecken fast söhlich sind; denn haben dieselben ein stärkeres Fallen, so müssen obige Zahlen offenbar verändert werden. Uebrigens sind die geringsten Details in der Einrichtung und Erhaltung der Förderhunde und Strecken von großem Einflusse auf die Resultate der Förderung überhaupt, und der Bergwerks-Ingenieur muß sein größtes Augenmerk auf diesen höchst wichtigen Theil der Grubenverwaltung legen. Bei den Förderhunden, die stets im Betriebe sind, müssen die Axen alle Tage geschmiert werden, und giebt man die Förderung in's Gedinge, so ist es gewiß von Vortheil, die Unterhaltung der Hunde mit einzubegreifen, um den Bergmann selbst daran zu gewöhnen, für dieselbe Sorge zu tragen.

In einigen Gruben Englands erhielt die Förderung eine solche Ausdehnung, daß die Eisenbahnen in den Gruben ganz in derselben Weise, wie über Tage construirt wurden, daß man ferner die allergrößten Förderwagen und selbst Locomotiven anwandte. In diesem Falle freilich werden zur Errichtung einer solchen Bahn specielle Studien verlangt, für die wir auf das ausgezeichnete Werk der Herren Perdonnet und Polonceau verweisen.

Schachtförderung.

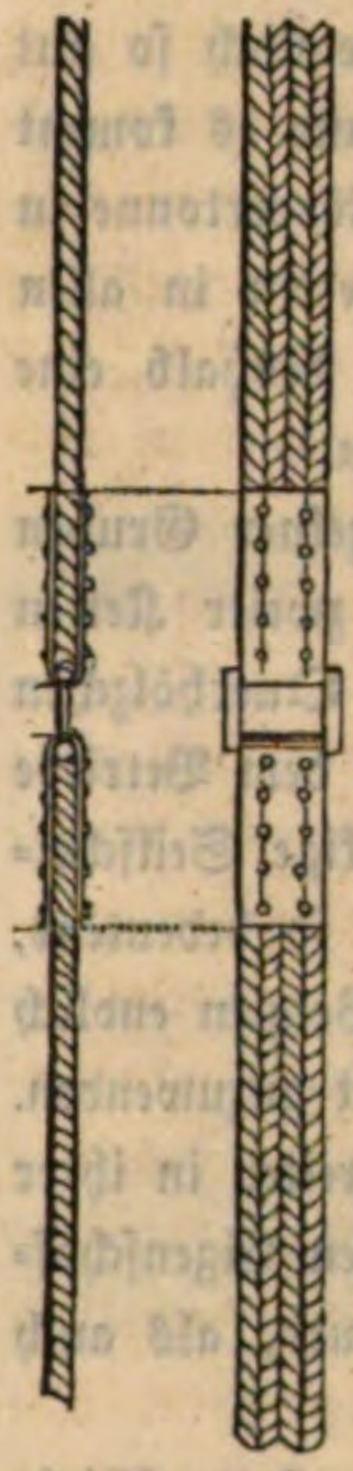
Ist die Fördermasse bis unter den Schacht gebracht, so bleibt es nur noch übrig, sie zu Tage zu bringen. Man richtet hierzu ein Füllort, d. h. einen weiten Raum an der Schachtsohle vor, um so einen bequemen Platz zum Laden und Anschlagen der Förderkübel oder Tonnen zu haben. Die Gestalt des Füllortes variirt nach den verschiedenen Fördermethoden. Geschieht die Förderung durch Gestellwagen und darauf gesetzte Tonnen, die unmittelbar zu Tage geschafft werden sollen, so erweitert und erhöht man die Strecken bei ihrem Zusammenstoße mit dem Schachte, damit die Förderleute mit Leichtigkeit die leeren und herabkommenden Tonnen in das Füllort hineinziehen, dieselben abhängen und die vollen anschlagen können. Muß man aber die Förderhunde umladen und das Erz in die Tonnen bringen, so ist es bequemer, die Schachtsohle aufzureißen, um die Hunde in die so niedriger stehenden Tonnen ausstürzen zu können.

So ist also die Gestalt des Füllortes von der Art der Förderung abhängig, und es bleibt uns jetzt noch über die Form und Größe der Fördertonnen, die Beschaffenheit der Seile, die Vorrichtung der Seilscheiben, endlich über die bewegende Kraft selbst zu sprechen übrig.

Die Fördergefäße haben in der Regel die Form von Tonnen; sie sind in der Mitte bauchig geformt um beim Niederlassen nicht an den Vorsprüngen, die an den Schachtstößen immer vorkommen, hängen zu bleiben. Oben sind drei Hacken oder Ringe angebracht, in die die drei Ketten, in welche das Bergseil ausgeht, eingehängt werden. Die Größe der Tonnen ist sehr verschieden, und richtet sich nach der Kraft der Fördermaschiene. Hat man eine Dampfmaschiene, so bedient man sich der Tonnen von 500—800 Kilog. Gehalt, und will man die kleinen Fördergefäße direct zu Tage schaffen, welche auf Gestellwagen unter den Schacht gebracht wurden, so kuppelt man vermittelst einer horizontalen Eisenstange zwei zusammen, und mitunter noch ein drittes am Ende des Bergseils unter den beiden andern. Bedient man sich der Menschen- oder Pferdekraft, so sind die Förderkübel natürlich um vieles kleiner, und halten 200 bis höchstens 400 Kilog. Ladung.

Zur Schachtförderung wendet man entweder runde oder platte Hanfseile oder Drahtseile an, mitunter auch eiserne Ketten. Feste und dauerhafte Bergseile sind um so dringender erforderlich, als mit zunehmender Teufe durch das Gewicht der Seile das Totalgewicht der Fördermasse in steigendem Maße vermehrt und so die Gefahr des Zerreißens größer wird. Deshalb muß man auch bei sehr tiefen Schächten den Bergleuten streng untersagen, mit den Tonnen einzufahren, und

sie nöthigen, auf der Fahrt in die Grube zu steigen. Gewöhnlich reißt ein Seil in dem Augenblicke, wenn die Tonne hinaufsteigen soll, weil da ein Ruck unvermeidlich ist, und die Ladung überhaupt, wie dies natürlich, ihr größtes Gewicht hat. Die Bandseile zieht man besonders für Schächte von 200 Meter und darüber vor. Man fertigt sie aus vier an einander genähten runden Stricken von 0,20—0,23 M. *), wovon zwei nach einer, die anderen nach entgegengesetzter Seite gedreht sind (Fig. 145.). Durch dieses Verfahren werden die äußeren Fäden nicht so leicht zerrissen, als bei einem Rundseil von 0,05—0,06 M. Durchmesser, das sich auf einer Trommel aufrollt, indem hier die äußeren Fäden eine bei weitem größere Ausdehnung erleiden, als die auf dem Korbe unmittelbar aufliegenden Schnüre; hieraus folgt eine längere Dauer jener Seile. Uebrigens ist auch noch die Anwendung der Seilscheiben von größerem Vortheile als die Benutzung der Seilkörbe, welche letztere für Rundseile nothwendig sind.



[Fig. 145. Bandseil.]

In vielen Bergwerksrevieren bedient man sich der Seile von schwach gedrehtem und um einen Hanfkern gewundenen Draht. Diese runden oder glatten Seile haben ein geringeres Gewicht und sind dauerhafter. In den Gruben des Nord-Departements werden die hanfenen Bandseile angewandt, die aber ein Gewicht von 4—5 Kilog. pro Meter haben, und nicht länger als ein Jahr dauern, während die Drahtseile unter gleichen Verhältnissen 18 Monate bis 2 Jahre aushalten. Die Seile von nicht geglühtem Eisendrahte sind die besten. Durch den Hanfkern erhalten sie übrigens eine Biegsamkeit, wodurch man dieselben auf Walzen von 1,50—1,80 M. aufrollen kann. Theert man sie gut, so wird dem Verrosten vollständig vorgebeugt. Herr Combes hat die Kosten verglichen, welche aus der Anwendung der Hanf- und Drahtseile in den deutschen Gruben entstehen. Er fand, daß 1000 Kilog. geförderte Kohlen

bei Hanfseilen	0,0578 Fr.
bei geglühten Drahtseilen	0,0219 =
für die nicht geglühten .	0,0059 =

kosten.

*) In dem französischen Originale steht 0,20—0,23 M. Durchmesser; da

Man sieht hieraus, wie bei schwunghaftem Grubenbetriebe eine richtige Auswahl der Förderseile von großer Wichtigkeit ist, und wie man es deshalb in vielen Fällen vortheilhafter gefunden, eiserne Ketten anzuwenden, die dauerhafter und deren Unterhalt leichter ist. Dies würde gewiß überall geschehen, wenn die eisernen Ketten nicht auch ihre Uebelstände mit sich führten. Zuvörderst dehnt sich das Eisen aus und wird dadurch in seiner Structur verändert; eine noch so gut gearbeitete Kette hat in einiger Zeit eine Menge Brüche, und es kommt deshalb sehr häufig vor, daß dieselbe zerreißt und die Fördertonne in den Schacht stürzt. Zweitens ist das Gewicht der Ketten in allen Fällen viel bedeutender, als das der Seile, man muß deshalb eine kräftigere Fördermaschiene zur Hebung der Last anwenden.

Die besten, jemals gefertigten Ketten sind die einzelner Gruben von Cornwall; sie sind durch die Nebeneinanderlegung zweier Ketten gebildet, deren längliche und flache Ringe durch kleine Querhölzchen mit einander verbunden sind. Solche Ketten erleiden bei dem Betriebe keine Veränderung ihrer Glieder, und werden auf vieleckige Seilscheiben aufgerollt. Leider ist das Gewicht derselben indeß so bedeutend, daß ihr Gebrauch nur sehr beschränkt sein kann. In Belgien endlich hat man es aber erfolglos versucht, das Eisenblech direct anzuwenden. Die Seile von nicht geglühtem Eisendraht hingegen schreiten in ihrer Anwendung immer mehr vorwärts. Ihre ausgezeichneten Eigenschaften sind in der That nicht sowohl in Bezug auf die Dauer, als auch in Rücksicht ihrer Leichtigkeit unbestreitbar.

Wird Menschenkraft zum Fördern angewandt, so geschieht dies vermittelst eines Haspels, der über dem Schachte aufgestellt ist. Das Seil ruht auf dem Rundbaum. Das Haspelziehen ist eine so einfache Arbeit, daß sie weiter keiner Erklärung bedarf. Der Rundbaum eines Haspels hat höchstens einen Durchmesser von 0,30—0,40 M. Diese Fördermethode ist deshalb erstaunlich langsam und kann nur beim Abteufen eines Schachtes passend erscheinen, wo die Fördermassen gering sind. Sie ist vollständig ungenügend bei einem Grubenbau von einiger Wichtigkeit und muß da durch einen Göpel oder eine Dampfmaschine vertreten werden.

Der Göpel paßt am besten für Erzgruben, die von Städten und gewerbtreibenden Ortschaften entfernt liegen. Deshalb kommt er da

---

diese Zahl aber auf die runden Stricke Bezug hat, so ist sie ohne Frage falsch und soll wohl 0,020—0,023 M. heißen.

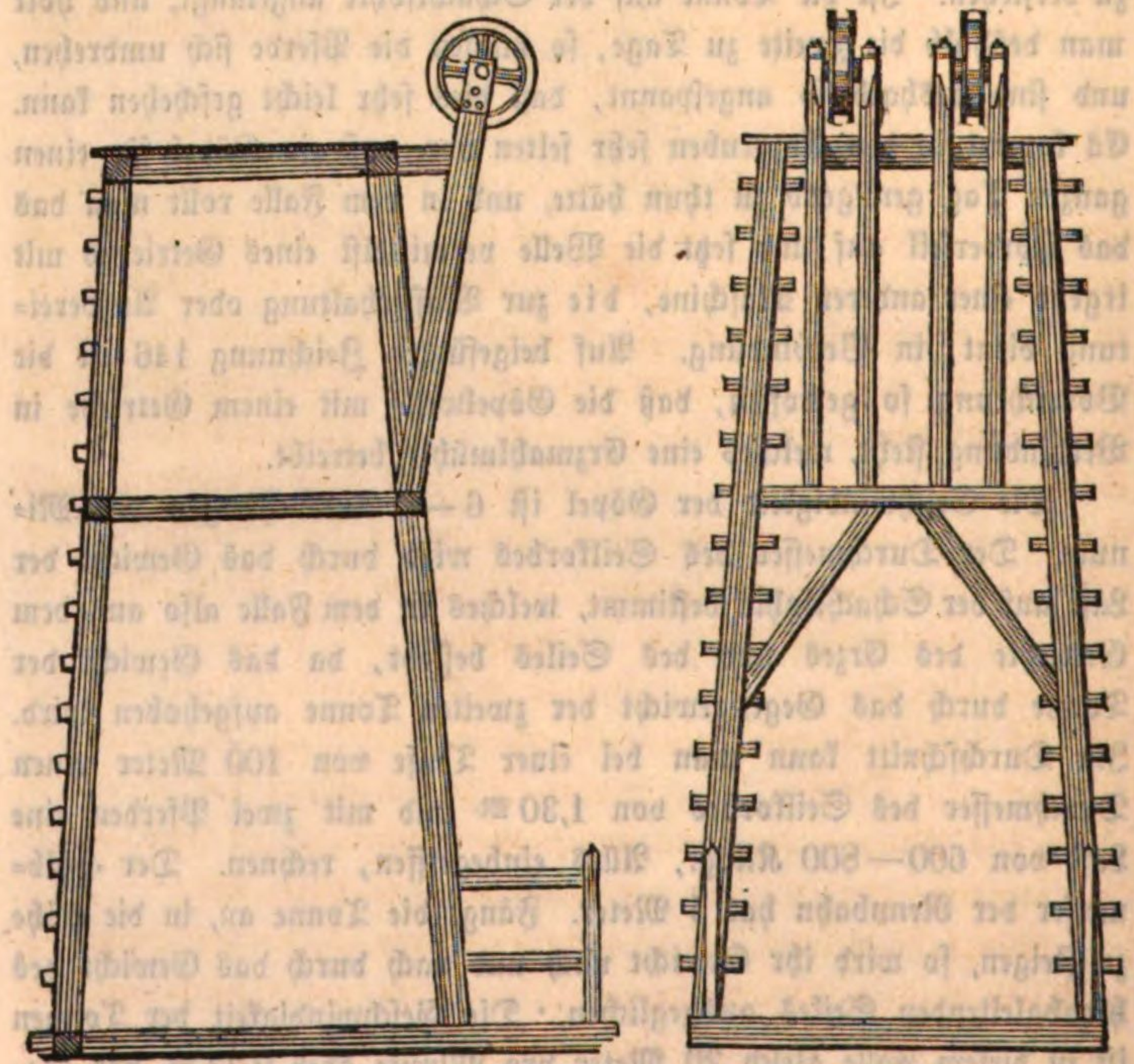
Anm. d. Uebers.

auch sehr häufig in Anwendung. Fig. 146. zeigt eine solche Maschine. Eine stehende Welle trägt einen aus zwei bei ihrer Basis mit einander zusammenhängenden Kegeln gebildeten Seilkorb, damit das Seil sich auf ihm regelmäßig auf- und abwickeln könne. Die beiden in entgegengesetzter Richtung aufgewickelten Seilenden ruhen auf zwei über dem Mittelpunkte des Schachtes befindlichen Seilscheiben (Rollen), so daß die eine Tonne sich abwärts bewegt, während die andere hinauf kommt. Es genügt übrigens ein Blick auf beiliegende Zeichnung, um die ganze Einrichtung sowohl, wie die einzelnen Theile derselben zu verstehen. Ist die Tonne auf der Schachtsohle angelangt, und holt man deshalb die zweite zu Tage, so müssen die Pferde sich umdrehen, und sind deshalb so angespannt, daß dies sehr leicht geschehen kann. Es kommt in den Erzgruben sehr selten vor, daß ein Göpel für einen ganzen Tag genügend zu thun hätte, und in dem Falle rollt man das das Förderseil auf und setzt die Welle vermittelst eines Getriebes mit irgend einer anderen Maschine, die zur Wasserhaltung oder Aufbereitung dient, in Verbindung. Auf beigefügter Zeichnung 146 ist die Vorrichtung so getroffen, daß die Göpelwelle mit einem Getriebe in Verbindung steht, welches eine Erzmahlmühle betreibt.

Die Geschwindigkeit der Göpel ist 6—7 Umdrehungen pro Minute. Der Durchmesser des Seilkorbes wird durch das Gewicht der Last auf der Schachtsohle bestimmt, welches in dem Falle also aus dem Gewichte des Erzes und des Seiles besteht, da das Gewicht der Tonne durch das Gegengewicht der zweiten Tonne aufgehoben wird. Im Durchschnitt kann man bei einer Teufe von 100 Meter einen Durchmesser des Seilkorbes von 1,30 M. und mit zwei Pferden eine Last von 600—800 Kilog., Alles einbegriffen, rechnen. Der Halbmesser der Rennbahn hat 5 Meter. Fängt die Tonne an, in die Höhe zu steigen, so wird ihr Gewicht nach und nach durch das Gewicht des herabgleitenden Seiles ausgeglichen. Die Geschwindigkeit der Tonnen ist in diesem Falle gleich 20 Meter pro Minute oder 0,33 M. pro Secunde. Mit 4 Pferden kann man die Geschwindigkeit verdoppeln, oder was besser ist, eine doppelte Last heben. Bei den Göpelberechnungen kann man eine Pferdekraft gleich 60 Kilog. annehmen. Der Nutzeffect eines Pferdes bei einer durchschnittlichen Teufe von 100 Meter ist also stets ein wenig über 1000000 Kilog. auf 1 Meter gerechnet. Man brauchte mehr als 6 Menschen bei einem Haspel, um zu demselben Resultate zu gelangen (der wirkliche Nutzeffect bei der Förderung ist gleich 150000 Kilog., der durch Rechnung gefundene ist nach Belidor 173000 Kilog.).

Die Geschwindigkeit der Göpel erlaubt nur eine sehr schwache Förderung, die vollständig da ungenügend ist, wo es sich um Fördermassen wie die Kohle, oder um Erze von geringem Werthe, die über Tage noch geschieden werden sollen, handelt. Jedenfalls muß man da zu einer größeren Kraft seine Zuflucht nehmen, die durch den Dampf geboten wird.

Ein Göpelseilkorb liegt 10—15 Meter vom Schachte entfernt. Die Seilscheiben werden durch ein besonderes Gerüst getragen, das über dem Schachte angebracht ist (Fig. 147.). und der Seilkorb wird durch



[Fig. 147. Seilscheiben beim Göpel.]

eine Dampfmaschine in Bewegung gesetzt, deren Kraft nach dem Gewichte der Ladung bei einer bestimmten Geschwindigkeit von 1 Meter pro Secunde berechnet werden muß.

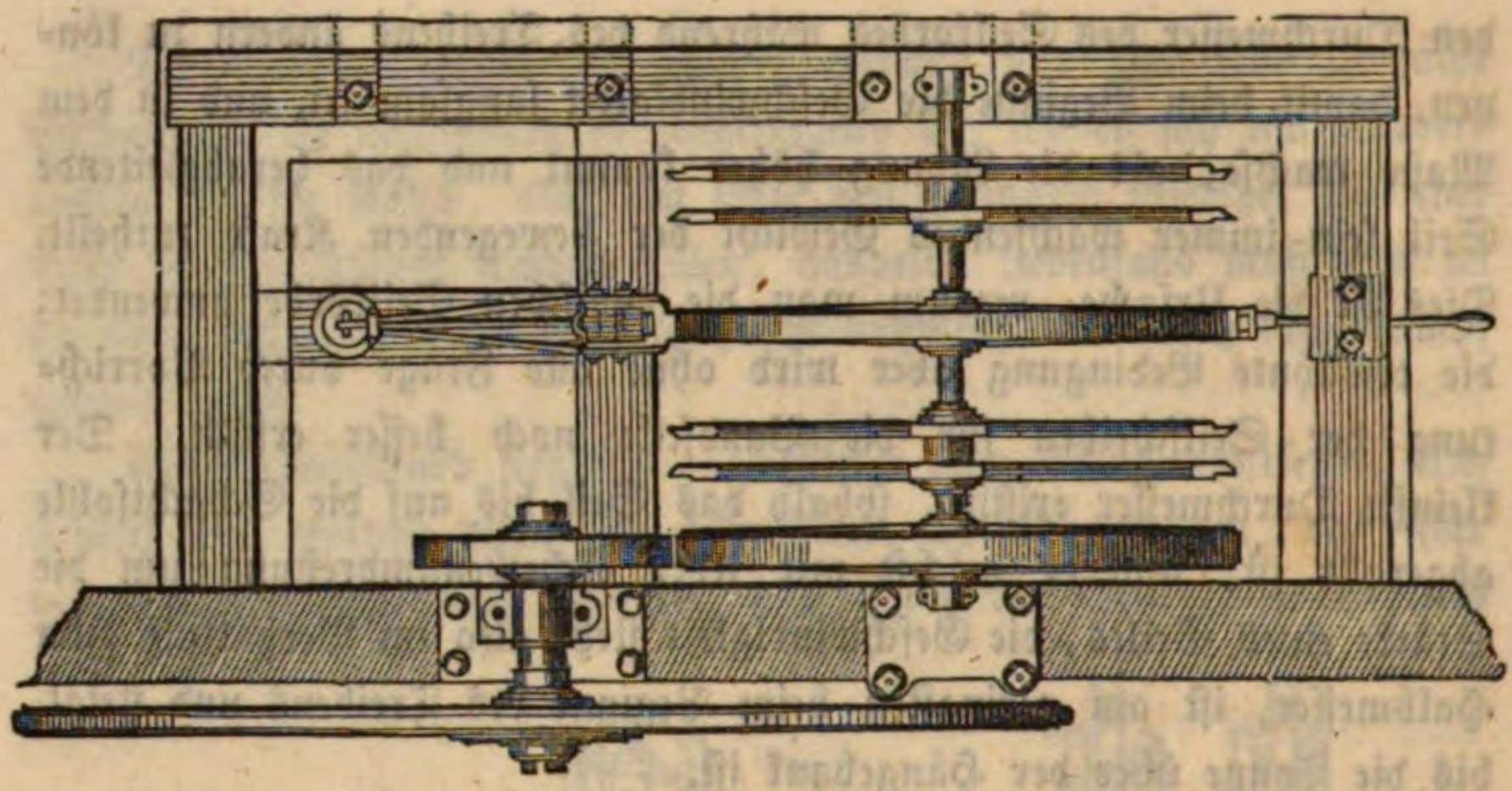
In tiefen Schächten wird das Fördergewicht durch das Gewicht des Seiles bedeutend vermehrt, und wenn man sich darauf beschränkte, den Durchmesser des Seilkorbes nur nach der durchschnittlichen Last zu berechnen, so könnte der Fall eintreten, daß die Tonne gar nicht hinaufzuschaffen wäre. Deshalb möchte es ohne Frage von Vortheil sein,

den Durchmesser des Seilkorbes während des Treibens ändern zu können, damit beim Beginne die Geschwindigkeit langsam sei, und in dem Maße wachse, als die Ladung höher kommt und das herabgleitende Seil sein immer wachsendes Gewicht der bewegenden Kraft zutheilt. Dies ist die Ursache, warum man die conischen Seilkörbe anwendet; die erwähnte Bedingung aber wird ohne alle Frage durch Vorrichtung der Seilscheiben für die Bandseile noch besser erfüllt. Der kleinste Durchmesser existirt, sobald das Seil bis auf die Schachtsohle abgerollt ist, und er wächst mit jeder Scheibenumdrehung um die Stärke eines Seiles; die Geschwindigkeit steht also im Verhältniß zum Halbmesser, ist am geringsten beim Beginne des Treibens und steigt, bis die Tonne über der Hängebank ist.

Nehmen wir eine Seilscheibe von 1,30 M. beim Beginne des Treibens an, die Dampfmaschine mache 28 Umdrehungen pro Minute, ihre Geschwindigkeit würde also viel zu groß sein, wenn sie ihre Kraft der Seilscheibenwelle direct mittheilte, denn die Geschwindigkeit wäre beim Beginne gleich 1,80 M. pro Secunde; es ist deshalb ein Vorgelege nöthig. Nehmen wir an, daß das Getriebe der Maschine einen Durchmesser habe, der gleich dem 4ten Theile des Durchmessers des Schwungrades ist, so wird die Geschwindigkeit beim Beginnen gleich 0,45 M. sein; mit jedem Umdrehen aber wächst der Durchmesser der Scheibe durch das Hinzukommen einer neuen Seilstärke, also um 0,05 M.; nimmt man nun 30 Umdrehungen an, so wird am Ende des Treibens der Durchmesser um 1,50 M. vergrößert sein und der Umfang 8,80 M. betragen, was also eine Geschwindigkeit von mehr als 1 Meter pro Secunde hervorbringt. Die Totallänge des Seiles ist gleich 192 Meter. Die durchschnittliche Geschwindigkeit wird daher sehr bedeutend werden, wenn die Teufe auf 300 Meter steigt.

Man sieht hieraus, daß es nicht zu schwer hält, eine Vorrichtung durch gleichzeitige Anwendung von Vorgelegen und Seilscheiben oder Körben zu construiren, um eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 1 Meter zu erlangen. Die Seilscheiben sind in der Regel so angebracht, wie umstehende Fig. 148. es zeigt; die Schwungradwelle der Maschine theilt ihre Umdrehungen einem Getriebe mit, welches mit dem gezähnten Rade der Seilscheibenwelle in Verbindung steht. Zwischen den beiden Seilscheiben bringt man eine Bremse an, die im Falle eines Bruches ꝛc. dazu dienen soll, die Bewegung zu hemmen.

Es bleibt nunmehr übrig, die Kraft zu berechnen, welche zum Betriebe erforderlich ist. Diese Rechnung ist sehr einfach, wenn man als Basis die Totalkraft in Kilog.=Meter annimmt. Es ist von Wich=



[Fig. 148. Seilscheiben für Bandseile.]

tigkeit, den Beginn des Treibens namentlich ins Auge zu fassen, und um hier keinen Fehler zu begehen, nimmt man die Kraft höher an, als es nöthig ist. In den Kohlengruben des Nord-Depart. hat man gewöhnlich folgende Zahlen als Grundlage genommen, die das Totalgewicht der zu fördernden Last repräsentiren.

Teufe, 200 Meter.		Teufe, 400 Meter.	
Ladung	750 Kilog.	Ladung	750
Tonne	250 =	Tonne	250
Gewicht des Seiles	1,000 =	Gewicht des Seiles	2,000
	2,000 Kilog.		3,000
Dampfcylinder { Durchmesser	0,33	Dampfcylinder { Durchmesser	0,40
Hubhöhe .	1,10	Hubhöhe .	1,30

In dem ersteren Falle wird die Kraft gleich 12, in dem anderen gleich 16 Pferdekraft angenommen. Die Maschinen sind Hochdruckmaschinen ohne Condensator; ihr Druck ist 2—3 Atmosphären. Der Nutzeffect einer Fördermaschine ist um so kleiner, je geringer die Schachtteufe ist, weil die verlorene Zeit bedeutender wird. Diese Maschinen geben zwischen 30—45 Dynamoden Nutzeffect pro Kilog. verbrannter Kohle. Eine Spannung des Dampfes ist wegen des häufigen Anhaltens der Maschine und ihrer Umdrehung nicht anwendbar. Für einen Schacht von 400 Meter wird man zum Heraufördern einer Tonne 8—9 Minuten Zeit bedürfen, ungefähr 3—4 Minuten zum Ausstürzen ꝛc.; man kann also 4—5 Tonnen pro Stunde rechnen.

Die Maschinen mit gespannten Dämpfen ertragen die Veränderungen in der Bewegung, welche sich dreimal wiederholen, nicht gut, und will man sie anwenden, d. h. hat das Brennmaterial einen

hohen Werth, so muß man die Woolf'schen Maschinen mit zwei Cylindern wählen, wie dies die Compagnie von Anzin gethan hat.

Betreffs der Maschinen im Allgemeinen sind die mit Balanciers die besten; sind nur geringe Kräfte nöthig, so wendet man auch Maschinen mit horizontalem Cylinder an, die mit ihrem ganzen Zubehör auf einer einzigen Gußeisenplatte ruhen, leicht aufzustellen und auseinander zu nehmen sind, eine Eigenschaft, wodurch sie sich namentlich für's Abteufen sehr eignen.

Die Maschinen müssen leicht zu regieren sein; der Maschinenwärter muß sofort die Bewegung mäßigen, sobald er wahrnimmt, daß die Tonne der Hängebank nahe ist, um die Bewegung gänzlich zu hemmen und die Maschine umzuwenden, wenn die Tonne in der nöthigen Höhe ist, dort ausgestürzt zu werden.

Die Tonnen werden durch Arbeiter über Tage in Empfang genommen, die man Ausstürzer nennt, sie werden abgehangen, umgestürzt und ausgeleert. Die Sturzhalde muß wenigstens 3 Meter Höhe und eine solche Lage haben, daß die Fördermassen, wenn sie nicht gleich fortgeschafft werden, dort aufgehäuft bleiben können. Werden Tonnen zur Wasserhaltung angewandt, so muß bei der Halde gleichfalls ein Canal gegraben sein; eine derartige Wasserhaltung geschieht übrigens sehr bequem durch Tonnen, die auf dem Boden ein Ventil haben, welches sich beim Aufstoßen der Tonne öffnet.

Alle diese Details sind übrigens unnütz zu beschreiben, weil sie nach den Oertlichkeiten variiren und diese durch eigene Anschauung kennen gelernt werden müssen.

Sollen die Fördermassen über Tage gleich weiter geschafft werden, so kann man die Tonnen bis zu der Stelle bringen, wo die Wagen halten, in welche die Massen geladen werden. Man wird so ein für einzelne Mineralmassen immer schädliches Umladen vermeiden; in Newcastle bedient man sich selbst einer Vorrichtung, welche die geladenen Wagen aufnimmt und sie einen steilen Abhang hinab bis nach den Kohlenschiffen führt.

Zwölftes Capitel.

Wasserhaltung.

Wir erwähnten oben solcher Wasser, welche man beim Abteufen der Schächte in einzelnen Gebirgslagen antrifft, die dort gleichsam ganze Ströme bilden, und von den Franzosen mit dem Namen der Nappes artésiennes oder Niveaux bezeichnet werden; wir haben gleichfalls angedeutet, auf welche Weise die Niveau'x zu durchfahren und die Grubenbaue vor ihren Einwirkungen sicher zu stellen sind. Abgesehen indeß von diesen mächtigen Seen kommen in fast allen Formationen noch sonst Wasser vor, die von Tage durch die Spalten und Klüfte der Gebirgsschichten hineindringen und entweder in starken Strahlen hervorbrechen oder aus den Oeffnungen des Gesteins tropfenweise heraustreten, und so einen anhaltenden und feinen Regen bilden. Endlich fährt man auch selbst in dem trockensten Gebirge noch öfters Quellen an, durch welche ein beträchtliches Wasserquantum auf einmal mitunter in die Grubenräume hineingeschafft wird.

Alle diese einzelnen Fälle treten in den Gruben mit größerer oder geringerer Gewalt auf; jedenfalls aber werden Tiefbaue, die eine Zeit lang außer Betrieb standen, bald bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser angefüllt sein. Man muß deshalb Vorrichtungen treffen, um die Grubenwasser zu gewältigen und die Baue trocken zu erhalten. Diese Vorrichtungen müssen jedoch so begründet werden, daß sie mit dem Fortschreiten des Grubenbetriebes gleichen Schritt halten können.

Bei den Tagebauen hat man sich außerdem noch der Regenwasser zu entledigen, und zieht zu diesem Zwecke mehrere Gräben, in denen die Wasser auf einen oder mehrere Punkte zusammengeführt werden, und alsdann mit Tonnen ausgeschöpft oder mit hölzernen oder eisernen Pumpen gehoben werden, oder, was noch besser ist, man führt sie

auf natürlichem Wege durch Gesümpfe, Canäle oder Stollen ab. Mitunter wendet man beide Mittel an, und da man gewöhnlich die Wasser niemals hoch zu heben hat, so wendet man zum Betriebe der mechanischen Vorrichtungen nur Menschenkräfte an. Eine solche Wasserhaltung ist so einfach, daß es durchaus unnütz wäre, sich bei derselben auf große Erörterungen einzulassen, und daß die Anweisungen, welche die allgemeine Mechanik angiebt, hierbei vollständig genügen. In den tiefen und weiten Grubenbauen aber treten ganz andere Verhältnisse ein, und die hier zur Wassergewältigung nöthigen Maschinen und Vorrichtungen sind so eigenthümlicher Art, daß sie besonders kennen gelernt werden müssen.

Stollen.

In bergigen Gegenden kann man die Grubenwasser durch Strecken lösen, die man vom Tage aus von dem tiefsten Punkte eines Thales nach der Grube treibt. Die Grubenwasser, welche über dem Niveau dieser Strecke liegen, erhalten so einen natürlichen Abfluß, und darum hat man jene Strecken im französischen auch galeries d'écoulement genannt, wofür die Deutschen das technische Wort Stollen haben.

Die Stollen sind von der größten Wichtigkeit und dem höchsten Einflusse auf das Gedeihen des Grubenbetriebes; sie sind nicht allein den künstlichen Wasserhebungsvorrichtungen vorzuziehen, da sie fast gar keine Unterhaltung kosten, sondern man erhält auch durch sie die nöthigen Aufschlagewasser zu den Kunsträdern bei der Förderung und Wasserhaltung für die Tiefbaue; man kann durch die Stollen endlich auf die billigste Art einen natürlichen Wetterzug und die Förderung herstellen.

Ein Stollen löst gewöhnlich mehrere Gruben; so giebt es in dem Schemnitzer Reviere in Ungarn einen 16000 Meter langen Stollen, der für die Hauptgruben des Districtes nicht nur die Wasser löst, sondern auch in mehrfacher Art zur Förderung benutzt wird; er diente ebenso als Hauptstrecke, um von ihm aus Versuchsörter treiben zu können. Der große Clausthaler Stollen auf dem Harze hat 10400 Meter Länge und die Summe von 1600000 Frs. gekostet. Man hat mit ihm gleichfalls viele Gruben durchfahren und benutzt ihn zu sehr verschiedenen Betriebsarbeiten.

Die Stollensohle kann ungefähr ein Fallen von $\frac{1}{500}$ besitzen; wie man nun die Stollen am besten anzubringen und zu treiben habe, wird sich aus den obigen Details über den Streckenbetrieb im Allgemeinen und den einzelnen Grubenbetriebsarbeiten überhaupt, wie dem Schürfen,

den Vorrichtungsarbeiten, der Wetterlosung und Förderung ergeben. Der Stollenbetrieb muß übrigens durch Gegenörter beschleunigt werden, denn sonst würde das Auffahren eines langen Stollens viel zu lange dauern.

[Fig. 150. Durchbohrter Kolben.]

[Fig. 149. Saugpumpe.]

In den Erzgruben, die in der Regel in sehr bergigen Gegenden liegen, wußte man von den Stollen große Vortheile zu ziehen; selten genügen sie indeß allein zur Gewältigung der Grubenwasser. In flachen Gegenden ist es deshalb um so weniger möglich, die Grubenwasser auf natürlichem Wege abzuführen, und man muß zu künstlichen Mitteln seine Zuflucht nehmen. Diese Mittel, ihre Art sowohl, wie ihre Größe, stehen in einem gewissen Verhältniß zu ihrer Leistung; sie sind deshalb sehr verschieden. In den Gruben, wo wenig Wasser vorkommen, genügt es, Pumpen mit einem Gestänge in Verbindung zu setzen, und so, wenn es nöthig ist, die Wasser aus der Grube herauszuschaffen; kommen noch weniger Wasser vor, so bedient man sich der Tonnen mit Ventilen, die auf ähnliche Weise gehandhabt werden, wie die Fördertonnen.

Wasserhebungspumpen.

Die Pumpen, welche beim Bergbau angewandt werden, bestehen der Hauptsache nach aus zwei verschiedenen Arten, den Saugpumpen mit durchbohrtem Kolben und den Druckpumpen mit massivem Kolben.

Die Saugpumpe (Fig. 149.) besteht in einer Röhre, in der sich ein durchbohrter Kolben mit Klappenventilen auf und nieder bewegt (Fig. 150.). Am unteren Ende dieser Kolbenröhre befindet sich der Pumpenstiefel mit einem Ventile, zum Zurückhalten des Wassers, das wiederum auf der Saugröhre sitzt, die indeß nicht länger als 3—4 Meter sein darf. Ueber der Kolbenröhre befindet sich die Steigröhre, in der sich nun die Kolbenstange bewegt.

Beim Aufsteigen des Kolbens geht das Wasser bis zu demselben in die Höhe, und da es wegen des unteren Ventiles nicht zurücktreten kann, so wird es beim Herabgehen des Kolbens über denselben gedrückt werden und bei dem nächsten Hinaufgehen gleichfalls in die Höhe steigen.

Diese Art Pumpen haben den großen Vortheil, daß in ihnen das Wasser gerade in die Höhe steigt und die Reibung auf ihr Minimum reducirt wird, und was noch wichtiger ist, daß ihr Nutzeffect, wenn sie sonst gut construirt sind und in brauchbarem Zustande erhalten werden, weit entfernt, unter dem durch Rechnung gefundenen zu stehen, denselben noch übersteigt; denn nehmen wir an, daß der Kolben durch sein eigenes Gewicht hinabsinkt, daß die aufsteigende Bewegung aber rasch und kräftig geschieht, so wird die so plötzlich gehobene Wassersäule nicht stille stehen, wenn auch die Bewegung des Kolbens gehemmt ist, sondern mit einer gewissen Schnelligkeit fortfahren, in die Höhe zu steigen und theilweise auch selbst dann über den Kolben zu treten, sobald die Pumpe momentan stille steht.

Ich fand in den Bruiller Gruben (Depart. du Nord), daß der wirkliche Nutzeffect von gut gehaltenen Saugpumpen, die in 30 Meter hohen Sätzen angebracht waren, über $\frac{1}{12}$ mehr als nach der Rechnung betrug. Richtet man also in einer Grube eine Wasserkunst vor, vermittelst welcher die Grubenwasser in einzelnen Sätzen zu Tage geschafft werden, und wo Saugpumpen mit Druckpumpen abwechseln (welche letztere indeß keinesweges denselben Vortheil gewähren), so kann man für die Construction jenes Zwölftel gleich mit in Rechnung bringen.

Ueber die Construction der Saugpumpen ist nicht viel zu sagen; die Ventile müssen weit sein und leichtes Spiel haben; auf den Gruben in dem Departement du Nord macht man sie öfters aus einer 0,007 M. starken Lederscheibe, die man indeß nur auf $\frac{3}{4}$ kreisförmig ausschneidet und wo das vierte Viertel als Scharnier dient. Auf diesem ist alsdann ein anderes Leder angebracht, das um 0,025 M. hervorsteht und beide Lederscheiben sind von Kupfer oder Eisenblech eingeschlossen. Die Ventile müssen immer so befestigt sein, daß sie leicht ausgewechselt werden können.

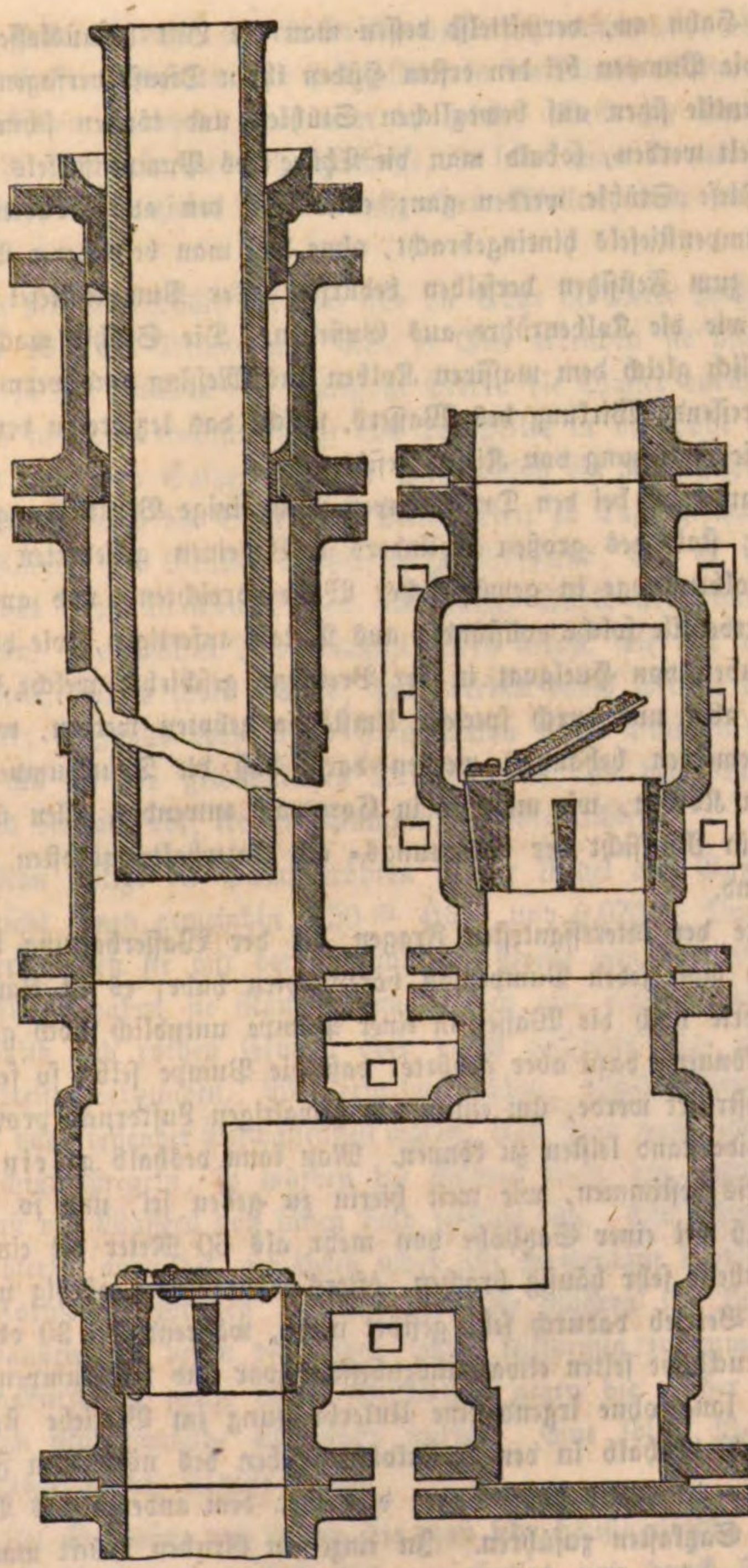
Der Kolben (Fig. 150.) wird aus Gußeisen oder Messing mit ledernen Ventilen gemacht. Die Form des Kolbens ist conisch, und die Liederung besteht aus Leder, so daß der Kolben vollkommen anschließt. Er ist an die Kolbenstange durch einen kleinen Riegel befestigt.

Die Kolbenröhre muß sehr gut ausgebohrt sein und einen 3—4 Centimet. kleineren Durchmesser als die Steigröhre haben, so daß beide Röhren trichterförmig in einander übergehen und man beim Auswechseln des Kolbens durch Nichts behindert wird. Man kann übrigens das Auswechseln des Kolbens auf zweierlei Art vornehmen, entweder zieht man denselben vermittelst des Gestänges in die Höhe und führt alsdann einen zweiten von oben hinein oder man läßt den Kolben mit einem Theile des Gestänges bis auf das untere Ventil hinabfallen, öffnet alsdann den Pumpenstiefel, wechselt den Kolben aus und bringt Alles wieder an Ort und Stelle.

Diese Pumpen sind übrigens mehrfacher Veränderungen fähig, aber man wird immer gut thun, von der eben beschriebenen Form so wenig als möglich abzuweichen, denn keine Pumpe ist so einfach in ihrer Construction und Unterhaltung, so wirksam in ihrem Nutzeffect als die oben angeführte Saugpumpe; deshalb wendet man sie auch in den Kohlengruben des nördlichen Frankreichs und Belgiens, in den englischen Steinkohlengruben und den Erzgruben von Cornwall, wo die Wasserhaltung besonders gut ist, meistentheils nur an. Dennoch aber muß man bei Anbringung eines Kunstgezeuges neben den Saugpumpen auch Drucksätze vorrichten, wofür wir die Gründe weiter unten anführen werden.

Unter den Druckpumpen wendet man gewöhnlich die Druckpumpe mit einem massiven Kolben (pompe foulante à plongeur) an (Fig. 151.). Sie besteht in einer nicht ausgebohrten Röhre, in der an der oberen Hälfte eine Stopfbüchse angebracht ist, durch die der massive Kolben durchgeht. Derselbe ist ein gut kalibrirter und abgedrehter Cylinder, der an dem einen Ende verschlossen ist. Die Kolbenröhre ruht auf einem Pumpenstiefel, an dem ein Saugventil und unter diesem eine Saugröhre angebracht ist. Ueber dem Pumpenstiefel liegt das Druckventil, das bei dem Aufgehen des Gestänges verschlossen bleibt und sich beim Hinabgehen desselben öffnet, um den hinunter gedrückten Wassern den Durchgang zu verschaffen. Die aufwärts dringende Wassersäule geht also über dem Druckventil und neben der Kolbenröhre in die Höhe.

Aus Fig. 151. wird man die ganze Construction sehr leicht ersehen können. Bevor dieselbe in Gang gesetzt wird, muß man ja darauf achten, daß der schädliche Raum zwischen den beiden Ventilen auf der einen Seite und der Kolbenröhre und dem Kolben andererseits, nicht mit Luft angefüllt bleibe. Das obere Ventil versieht man mit einer Oeffnung von 4—5 Millimet., wodurch die Luft durch die auf-



[Fig. 151. Druckpumpe mit einem massiven Kolben.]

steigende Wassersäule hinausgetrieben wird, ohne daß dadurch dem Gange der Pumpen. ein Nachtheil erwachsen würde. Ist in der Kolbenröhre viel Raum, so bringt man unterhalb der Stopfbüchse einen

kleinen Hahn an, vermittelst dessen man die Luft hinauslassen kann wenn die Pumpen bei den ersten Hüben ihren Dienst versagen sollten. Die Ventile sitzen auf beweglichen Stühlen und können schnell ausgewechselt werden, sobald man die Thüre des Pumpenstiefels geöffnet hat. Diese Stühle werden ganz einfach in den ausgebohrten Theil des Pumpenstiefels hineingebracht, ohne daß man besonderer Vorrichtungen zum Festsitzen derselben bedürfte. Der Pumpenstiefel besteht ebenso wie die Kolbenröhre aus Gußeisen. Die Stühle macht man gewöhnlich gleich dem massiven Kolben aus Messing und vermeidet so die zerfressende Wirkung des Wassers, welche das letztere in der Regel durch die Zersetzung von Kiesen besitzt.

Man kann bei den Druckpumpen noch einige Veränderungen anbringen; statt des großen Cylinders z. B. einen gegliederten Kolben nebst Kolbenstange in gewöhnlicher Weise vorrichten, und an Stelle der Lederventile solche vollständig aus Metall anfertigen, wie dies auf den Gruben von Huelgoat in der Bretagne geschieht; welche Abweichungen aber nur durch specielle Umstände geboten werden, während im Allgemeinen behauptet werden darf, daß die Druckpumpen mit massivem Kolben, wie man sie in Cornwall anwendet, allen übrigen sowohl in Rücksicht der Erbauungs- als Unterhaltungskosten vorzuziehen sind.

Eine der interessantesten Fragen bei der Wasserhaltung ist die, wie hoch man jeden Pumpensatz vorzurichten habe; es ist klar, daß der Theorie nach die Wasser in einer Pumpe unendlich hoch gehoben werden können; dazu aber gehörte, daß die Pumpe selbst so fest und stark construirt werde, um einen dem gewaltigen Luftdrucke proportionalen Widerstand leisten zu können. Man kann deshalb allein durch die Praxis bestimmen, wie weit hierin zu gehen sei, und so erfuhr man, daß bei einer Satzhöhe von mehr als 60 Meter die einzelnen Pumpentheile sehr häufig brachen, öfters Reparaturen nöthig wurden und der Betrieb dadurch sehr gestört ward, während bei 30 oder 40 Meter Druckhöhe selten etwas auszubessern war und die Pumpen z. B. 14 Tage lang ohne irgend eine Unterbrechung im Betriebe standen. Man macht deshalb in den Steinkohlengruben des nördlichen Frankreichs 30—40 Meter hohe Sätze, die einer dem anderen das Wasser in einem Satzkasten zuführen. In einzelnen Gruben drückt man das Wasser der einen Pumpe direct in die Saugröhre der anderen und zwar vermittelst einer gebogenen Röhre, wodurch jedes Zurückfallen des Wassers vermieden wird. Die Saugröhre des untersten Satzes ist am Ende vermittelst eines durchlöcherten Bodens verschlossen und

steht in einem Sumpfe, wo die Grubenwasser sich ansammeln; es können so keine Gesteinsstückchen und Holzsplitter in die Pumpe hinein kommen und Schaden erzeugen. Hat man in solcher Weise die Wasser von 30 zu 30 Meter in die Höhe geschafft, so leitet man sie entweder bis über Tage oder giebt ihnen durch einen Stollen einen natürlichen Abfluß.

In den Cornwaller Gruben sind die Sätze 60 Meter hoch, in den Gruben von St. Etienne und Rive de Gier erreichen sie öfters 100 Meter; in den Gruben von Huelgoat werden die Wasser durch Druckpumpen in einem einzigen Satze von 240 Meter in die Höhe gehoben. In den bairischen Salzgruben hat man endlich ein Kunstgezeuge vorgerichtet, wodurch die Sohle 370 Meter direct zu Tage geschafft wird. Das Gewicht der Ventile ist hierbei so bedeutend, daß es eben nur durch das specifische Gewicht von 460 Meter Sohle überwunden werden kann. Dergleichen Anordnungen haben indeß, wie wir dies eben bemerkten, immer ihren Grund, und werden durch specielle Umstände motivirt; jedenfalls aber ist die Construction dieser Pumpen viel kostbarer als die der gewöhnlichen Druckpumpen. In der Praxis zieht man es deshalb vor, kleinere Pumpensätze vorzurichten.

Man fertigt die Pumpenröhren in der Regel aus Gußeisen an, und giebt ihnen gemeinhin 2,50 M. Höhe und 0,025 M. Durchmesser. Vorher müssen sie mit der hydraulischen Presse geprüft werden. An den Enden haben sie Ränder und werden mit einander durch eine Bleiplatte und rothen Cement oder durch getheerte Filz- und Leinwandstreifen verbunden. Wir erwähnten oben, daß die Grubenwasser öfters von fressender Beschaffenheit wären; träfe man nun nicht einzelne Vorsichtsmaßregeln, so würden die Röhren durch den fortwährenden Einfluß des Wassers von innen bald zerstört sein. Die Mittel, welche man hierbei anwendet, gewähren indeß nur momentane Vortheile. In den Cornwaller Gruben bekleidet man die Röhren im Innern mit Holzdauben von denen die beiden letzten keilförmig zusammengezogen und dadurch die ganze innere Bekleidung gegen die vorher heiß getheerten Röhrenwände angedrückt werden. Eine solche Vorrichtung soll ausgezeichnete Dienste leisten.

Die Satzkästen und Lutten, die man sehr häufig nöthig hat, werden aus Brettern von Eichenholz angefertigt und durch Schrauben mit einander verbunden.

In den Bergwerksgegenden, wo Wasserhebungsmaschinen oft aufgestellt werden, giebt es, wie in dem Departement du Nord z. B., für

solche Arbeiten sehr geschickte Zimmerleute. Die Satzkästen können übrigens auch von Gußeisen angefertigt werden.

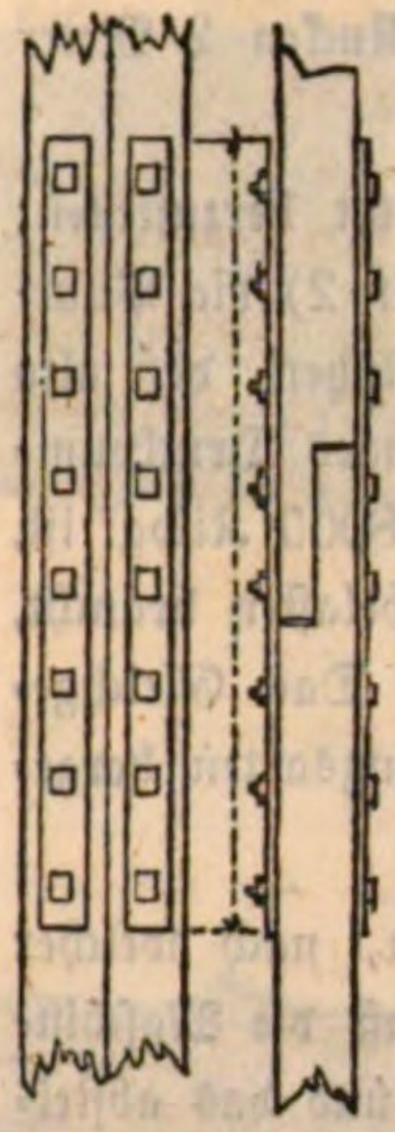
Aufstellung eines Kunstgezeuges. Gleichgewicht.

Sind in einer Grube sehr viele Wasser zu heben, so muß man für das Kunstgezeug einen besonderen Schacht vorrichten. Die Pumpen werden in der bestimmten Höhe durch die Zimmerung getragen und so vorgerichtet, daß man von allen Seiten leicht hinzu kommen kann. Das Gestänge, vermittelst dessen die Pumpen durch die gewöhnlich über Tage stehende Maschine in Betrieb gesetzt werden, muß sehr sorgfältig gearbeitet sein.

Ein Hauptgestänge reicht von der Schachtöffnung, d. h. von dem Punkte, wo es an die Maschine gekuppelt ist, bis zu dem untersten Satze herab und besteht aus viereckig behauenen Holzstücken, die an einander befestigt werden, und deren Stärke mit der Größe der Maschine in Proportion steht; man würde z. B. das Hauptgestänge aus 0,25 M. starken □Hölzern anfertigen, wenn es sich darum handelt, 1 Cub. Met. pro Minute aus 150—200 Meter Teufe heraus zu schaffen, wozu man folglich Pumpen von ungefähr 0,27 M. Durchmesser anwendet, deren Hubhöhe gleich 2 Meter ist und die 9—10 Hübe pro Minute machen. Die einzelnen Gestängtheile werden durch einen schiefen, gebrochenen Schnitt mit einander verbunden (traits de Jupiter), die zuvörderst durch zwei Keile an einander getrieben und alsdann durch eiserne Bänder und Schrauben von 0,028 M. Durchmesser gänzlich befestigt werden (Fig. 152.).

[Fig. 152. Verbindung der Theile eines Hauptgestänges.]

Ist ein größerer Kraftaufwand wegen der größeren Beschaffenheit der Pumpen oder wegen einer bedeutenderen Schachtteufe von 3—400 Met. erforderlich, so müssen die oberen Theile des Hauptgestänges, wenn nicht das ganze, stärker gemacht werden. Bisweilen hält es schwer, so starke und lange Quadrathölzer, wie wir so eben andeuteten, zu bekommen; in solchen Fällen setzt man das Haupgestänge aus zwei Stücken zusammen, die auf der ganzen Länge mit Eisenbändern und Schrauben an einander befestigt werden. Man verbindet sie an ihren Enden in der Weise, wie es Fig. 153. näher zeigt, und berechnet die Stärke

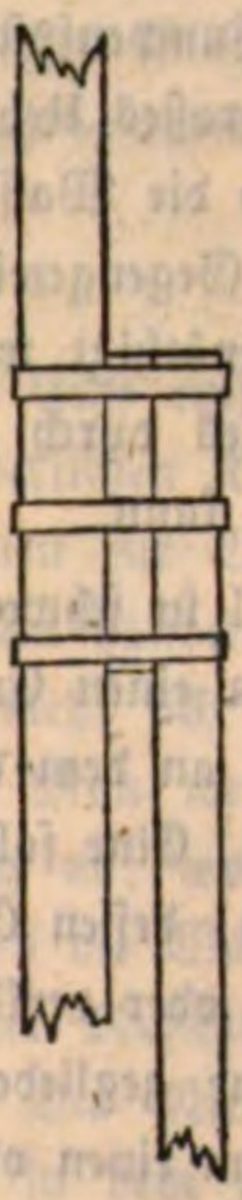


[Fig. 153. Doppeltes Hauptgestänge.]

der Eisenbänder so, daß sie im äußersten Falle, auch wenn das Gestänge gebrochen ist, aushalten können.

Das Hauptgestänge erhält nun von der Maschine die auf- und niedergehende Bewegung. In gewissen Entfernungen müssen Leitungen angebracht werden, auf welchen das Gestänge im Zustand der Ruhe aufliegen kann. Um das Hauptgestänge an das eigentliche Gestänge der Saugpumpen anzukuppeln, bringt man an dem ersteren eine Muffe (oder Hacken) an, in die das letztere hinein gelegt wird. Die Gestänge der Saugpumpen sind gleichfalls von □Holz von 0,12—0,15 M. Stärke.

Das Gestänge einer Druckpumpe besteht aus einem Holzstücke, das in den massiven Kolben eingebracht, parallel dem Hauptgestänge steht und mit diesem durch Eisenbänder verbunden wird, wo man alsdann den Raum zwischen den beiden Gestängen mit Holz oder Gußeisen ausfüllt (Fig. 154.), das Ganze gehörig verkeilt und anzieht. Man macht diese Gestänge entweder aus Eichen- oder Tannenholz.



[Fig. 154. Verbindung des Druckpumpengestänges mit dem Hauptgestänge.]

Es ist klar, daß eine solche Vorrichtung ein großes Gewicht haben muß, und dieselbe wiegt auch im Durchschnitte 6—8000 Kilog. Hieraus ergiebt sich, daß die aufgehende Bewegung unter ganz anderen Bedingungen erfolgt, wie die niedergehende. Bestände z. B. das ganze Pumpensystem aus Saugsätzen, so hätte die Maschine folgendes Gewicht zu heben: 1) das Gestänge von ungefähr 8000 Kilog., 2) die Wassersäule, die bei einer Kolbenoberfläche von 0,28 M. und bei 200 Meter Totalhöhe mehr als 12000 Kilog. wiegen würde; zusammen also 20000 Kilog. Hierzu kommt nun noch die Reibung. Beim Niedergehen des Gestänges kommen also 8000 Kilog. der Maschine zu Hilfe, während sie im ersten Falle von ihr überwunden werden müssen.

Unter diesen Umständen ist daher für das Hauptgestänge ein Gegengewicht erforderlich, so daß die rückgehende Bewegung nur durch ein schwaches Uebergewicht erfolgt, während die aufsteigende durch das Gegengewicht nicht so belastet wird. 60—80 Kilog. genügen voll-

ständig, um das Gestänge in 2—3 Secunden ohne Rucken 2 Meter hinabgleiten zu lassen.

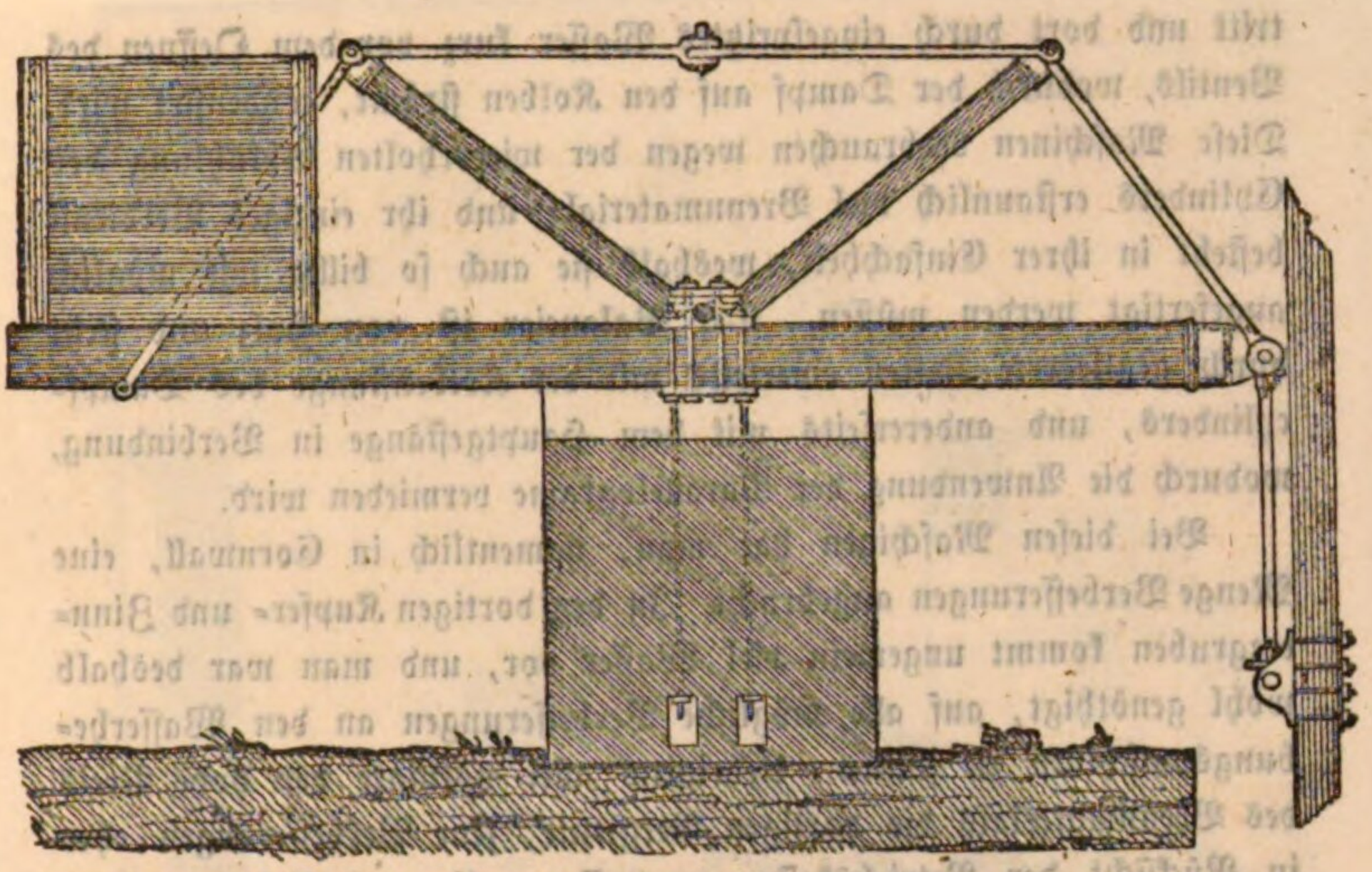
Man hat verschiedene Manieren, das Gleichgewicht herzustellen: 1) bringt man besondere Gegengewichte an, oder richtet 2) die Pumpensätze in der Art vor, daß sie sich gegenseitig unterstützen, daß also z. B. bei der abwärts gehenden Bewegung des Gestänges Druckpumpen eine Wassersäule in die Höhe drücken, die gleich 8000 Kilog. ist, und man hierbei allein das Hauptgestänge etwas zu belasten braucht, um seinen Niedergang vollständig zu bewerkstelligen. Das Gleichgewicht kann endlich durch Anwendung beider Verfahrungsarten hergestellt werden.

Ohne alle Frage ist die Methode am einfachsten, nach welcher man Saug- und Drucksätze in der Art verbindet, daß die Maschine nur bei der aufgehenden Bewegung zu arbeiten hat und das absteigende Gestänge von selbst niedergeht. Es ist indeß nicht immer möglich, in solcher Art ein vollständiges Gleichgewicht zu erlangen. In 3—400 Meter tiefen Schächten z. B. kann das ganze Pumpensystem aus Drucksätzen bestehen, und man wird dennoch ein großes Uebergewicht haben, sobald das Hauptgestänge sehr schwer und die Wassersäule unbedeutend ist, ebenso ist mitunter ein besonderes Gegengewicht nothwendig, weil man beim Abteufen des Schachtes genöthigt war, dem Gestänge ein größeres Gewicht zu ertheilen und dies durch die schon vorhandenen Druckpumpen nicht aufgehoben werden kann.

Die besonderen Gegengewichte bestehen in der Regel in schweren Gegenständen, welche sich in einem Kasten, der an dem einen Ende eines Balanciers angebracht ist, befinden, welcher letztere an dem anderen Ende mit dem Hauptgestänge in Verbindung steht. Eine solche Einrichtung wird Gegenbalancier genannt (Fig. 155.), dessen Gewicht man nach den momentanen Bedürfnissen vergrößert oder verkleinert; er ist mit dem Hauptgestänge entweder durch eine gegliederte Kette oder durch einen Winkelhebel verbunden. Man kann einen oder mehrere solcher Gegenbalanciers an der Schachtöffnung oder in Stuben neben dem Schachte anbringen.

In den Cornwaller Gruben dient das Wasser als Gegenbalancier; das Hauptgestänge endigt in dem massiven Kolben der Druckpumpe, und dieser wird nun durch eine Wassersäule in die Höhe gehoben, welche durch ein kniefömig gebogenes Rohr unter denselben geleitet wird und in einer besonderen Röhrentour im Schachte vorhanden ist.

Es wird hierdurch die große Reibung vermieden, und gleichfalls



[Fig. 155. Gegenbalancier.]

weniger Platz als bei Aufstellung der eigentlichen Gegenbalanciers weggenommen.

Von den Wasserhebungsmaschinen.

Eine einfache Beleuchtung der zur Bewegung der Pumpen erforderlichen Kraft läßt sofort erkennen, wie die einfach wirkenden Maschinen zur Wasserhebung am geeignetsten sind, indem es sich nur darum handelt, ein gegebenes Gewicht einmal zu heben und die Last nunmehr sich selbst zu überlassen.

Man wendet jetzt fast überall die Dampfmaschine zur Wasserhebung an, wo man unter den einfach wirkenden, nur zwischen zwei Arten die Wahl hat, den Newcommen'schen nämlich und den Cornwaller Maschinen.

Die Newcommenschen Maschinen werden besonders in Belgien und in dem nördlichen Frankreich beim Schachtabteufen häufig angewandt, um damit die Wassermengen zu gewältigen, die man in der Kreide anfährt, und welche unter dem Namen der Niveaux bekannt sind. Sie erhalten wegen ihrer größeren Einfachheit und Billigkeit den Vorzug.

Bei diesen Maschinen wirkt der Dampf auf den Kolben, hebt die Last in die Höhe, worauf nach Beendigung des Hubs durch ein Ventil der Raum unter dem Kolben mit dem Raume darüber in Verbindung gesetzt wird, der verbrauchte Dampf unter den Kolben

tritt und dort durch eingespritztes Wasser kurz vor dem Oeffnen des Ventils, wodurch der Dampf auf den Kolben strömt, condensirt wird. Diese Maschinen verbrauchen wegen der wiederholten Abkühlung des Cylinders erstaunlich viel Brennmaterial, und ihr einziges Verdienst besteht in ihrer Einfachheit, weshalb sie auch so billig wie möglich angefertigt werden müssen. Der Balancier ist von Holz und steht durch gegliederte Ketten einerseits mit der Kolbenstange des Dampfcylinders, und andererseits mit dem Hauptgestänge in Verbindung, wodurch die Anwendung der Parallelograme vermieden wird.

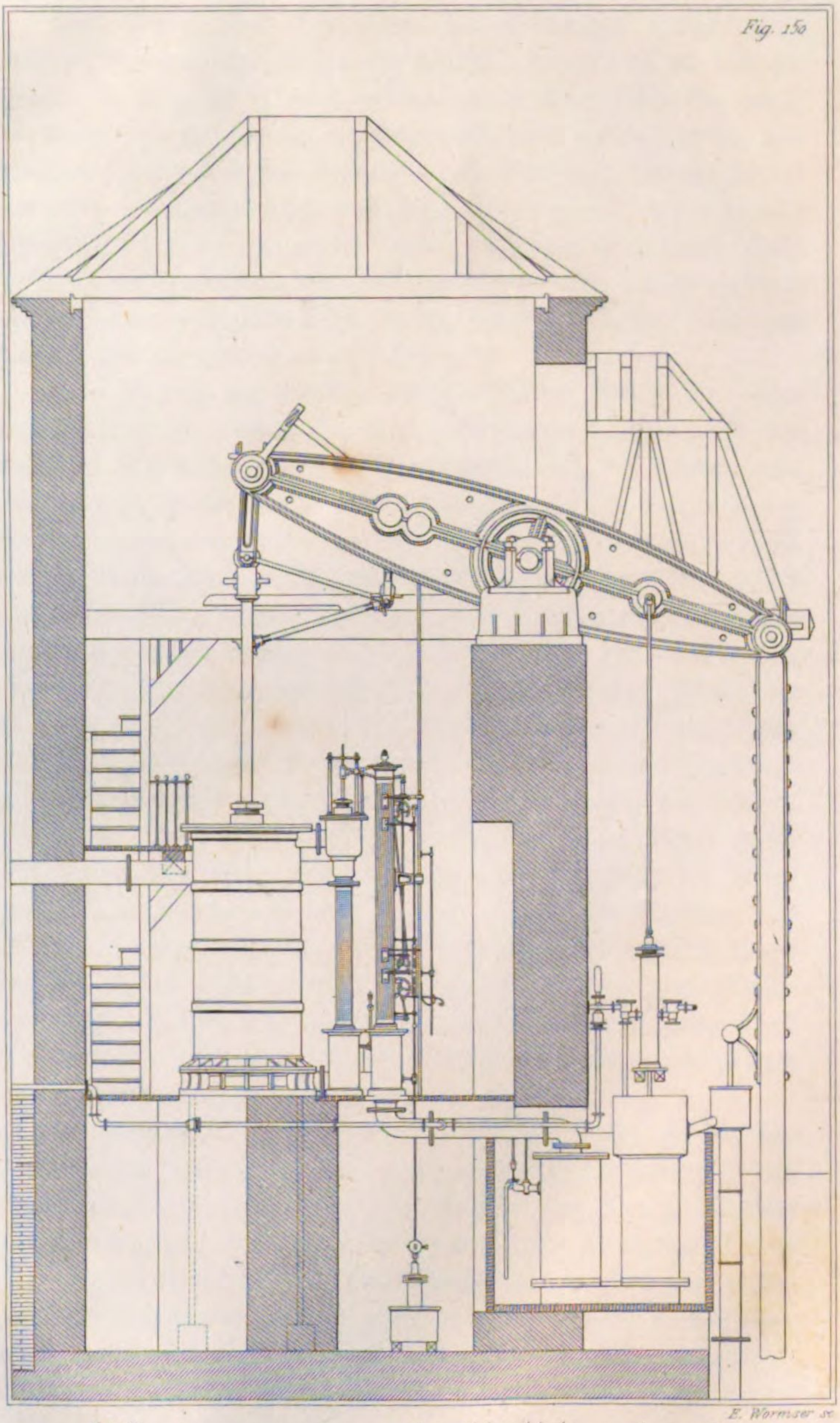
Bei diesen Maschinen hat man, namentlich in Cornwall, eine Menge Verbesserungen angebracht. In den dortigen Kupfer- und Zinnerzgruben kommt ungemein viel Wasser vor, und man war deshalb wohl genöthigt, auf alle mögliche Verbesserungen an den Wasserhebungsmaschinen zu sinnen. Uebrigens aber nöthigte der hohe Preis des Brennmaterials die dortigen Bergleute, jene Verbesserungen eher in Rücksicht der Betriebskosten zu treffen, also auf Ersparung des Brennmaterials zu richten, als vielmehr in Hinsicht einer mechanischen Vervollkommnung der Maschine selbst zu ersinnen. Der Unterschied dieser so verbesserten Maschine und der Newcommenschen besteht nunmehr 1) in der Vorrichtung eines vom Cylinder abgesonderten Condensators, 2) in der Anwendung von Dampf mit hohem Druck und großer Spannung, 3) in den einzelnen Details rücksichtlich der Maschinenführung. Werfen wir einen raschen Ueberblick über diese drei verschiedenen Vervollkommnungen; Taf. 156. giebt eine Ansicht einer Maschine, wie sie auf der Bruiller (Nord) und Blanzyer (Saône et Loire) Gruben gebräuchlich sind, und wo ich Gelegenheit hatte, davon mehrere aufzustellen.*)

Der Condensator ist ebenso wie bei den großen Maschinen; er hat nur ein Ventil, wodurch die Einspritzung des kalten Wassers in dem Augenblick der Dampfzuströmung aufhört. Man stellt den Condensator in ein hölzernes Gefäß, in das die gehobenen Grubenwasser zu- und abfließen, die Wände des Condensators also immer kalt erhalten werden. Wenn nun die Grubenwasser zu unrein sind, um zum Einspritzen oder zum Speisen des Kessels dienen zu können, so führt man in besonderen Röhren anderes Wasser herbei.

---

*) Die erste Cornwaller Maschine wurde in Frankreich im Jahre 1834 von Herrn Edwards erbaut; seit dieser Zeit hat man deren mehrere in Rive de Gier, in den Braunkohlengruben der Provence in Blanzy, Creuzot und an vielen Punkten des Nord-Departements errichtet.

Fig. 150



E. Wormser sc.

Wasserhebungsmaschine auf der Steinkohlengrube von Bruille

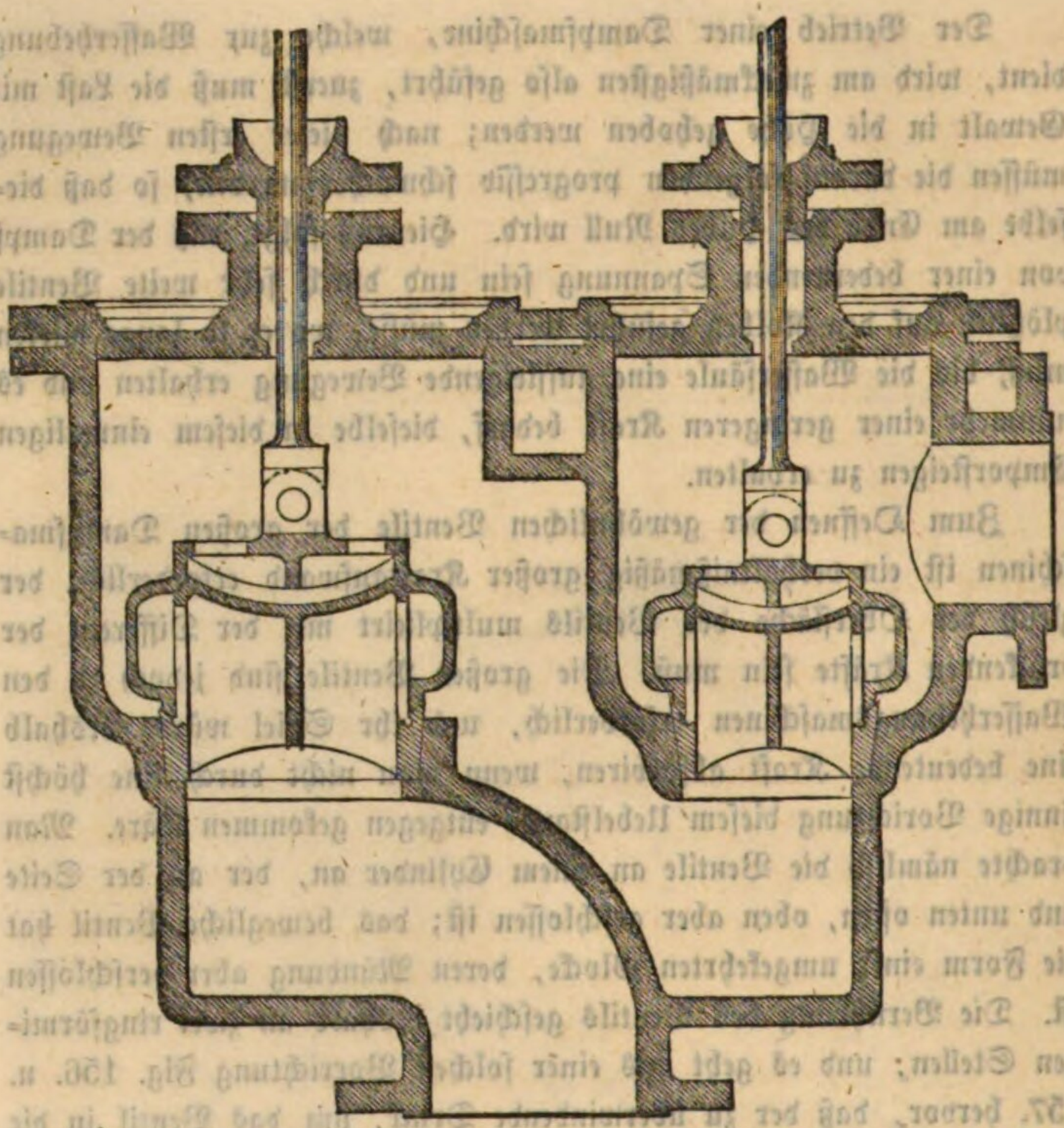
Maasst 1/100. 70 Pferde Kraft.

Der Betrieb einer Dampfmaschine, welche zur Wasserhebung dient, wird am zweckmäßigsten also geführt, zuerst muß die Last mit Gewalt in die Höhe gehoben werden; nach dieser ersten Bewegung müssen die darauf folgenden progressiv schwächer werden, so daß dieselbe am Ende des Hubes Null wird. Hieraus folgt, daß der Dampf von einer bedeutenden Spannung sein und durch sehr weite Ventile plötzlich auf den Kolben geführt werden müsse, wo er so lange wirken muß, bis die Wassersäule eine aufsteigende Bewegung erhalten und es nunmehr einer geringeren Kraft bedarf, dieselbe in diesem einmaligen Emporsteigen zu erhalten.

Zum Oeffnen der gewöhnlichen Ventile der großen Dampfmaschinen ist ein verhältnißmäßig großer Kraftaufwand erforderlich, der gleich der Oberfläche des Ventils multiplicirt mit der Differenz der drückenden Kräfte sein muß. Die großen Ventile sind jedoch zu den Wasserhebungsmaschinen erforderlich, und ihr Spiel würde deshalb eine bedeutende Kraft absorbiren, wenn man nicht durch eine höchst sinnige Vorichtung diesem Uebelstande entgegen gekommen wäre. Man brachte nämlich die Ventile an einem Cylinder an, der an der Seite und unten offen, oben aber geschlossen ist; das bewegliche Ventil hat die Form einer umgekehrten Glocke, deren Mündung aber verschlossen ist. Die Berührung des Ventils geschieht deshalb an zwei ringförmigen Stellen, und es geht aus einer solchen Vorrichtung Fig. 156. u. 157. hervor, daß der zu überwindende Druck, um das Ventil in die Höhe heben zu können, gleich der vereinigten Oberfläche der beiden ringförmigen Berührungsflächen multiplicirt mit der Differenz des Druckes ist. Der obere Theil des Ventils ist hohl, und der Druck kann nur an den Stellen stattfinden, deren Grenze die innere Berührungsfläche von oben und die äußere von unten ist; es genügt, das Ventil nur ein wenig in die Höhe zu heben, um dennoch dem Dampfe einen weiten Durchgang zu verschaffen.

Die Cornwaller Maschine hat nun 3 Hauptventile: 1) die Admissionsklappe, durch welche der Dampf auf den Kolben strömt, 2) das Klappenventil, (Gleichgewichtsventil), welches den Dampf mit dem Raume unter dem Kolben in Verbindung setzt, sobald der Kolben unten angekommen (diese beiden Ventile sind in demselben Kasten Fig. 157.) und dem Pumpengestänge den Niedergang erlaubt; 3) das Auslaßventil, welches den Dampf zum Condensator führt (Fig. 158.).

Die beiden ersten Ventile sind, wie gesagt, in dem oberen Kasten angebracht, der mit einem unten befindlichen Kasten in Verbindung steht.

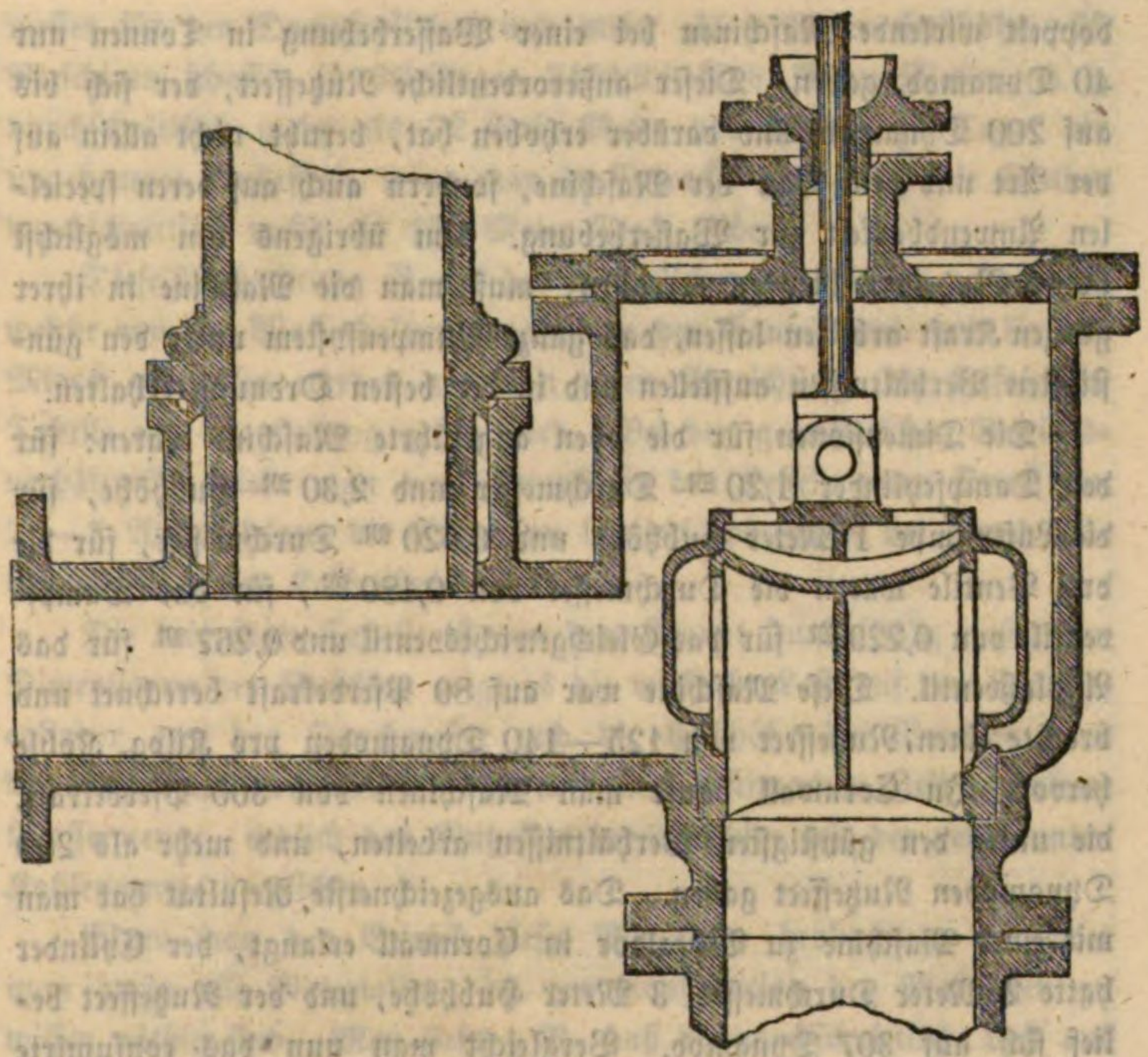


[Fig. 157. Admissionsklappe und Klappenventil.]

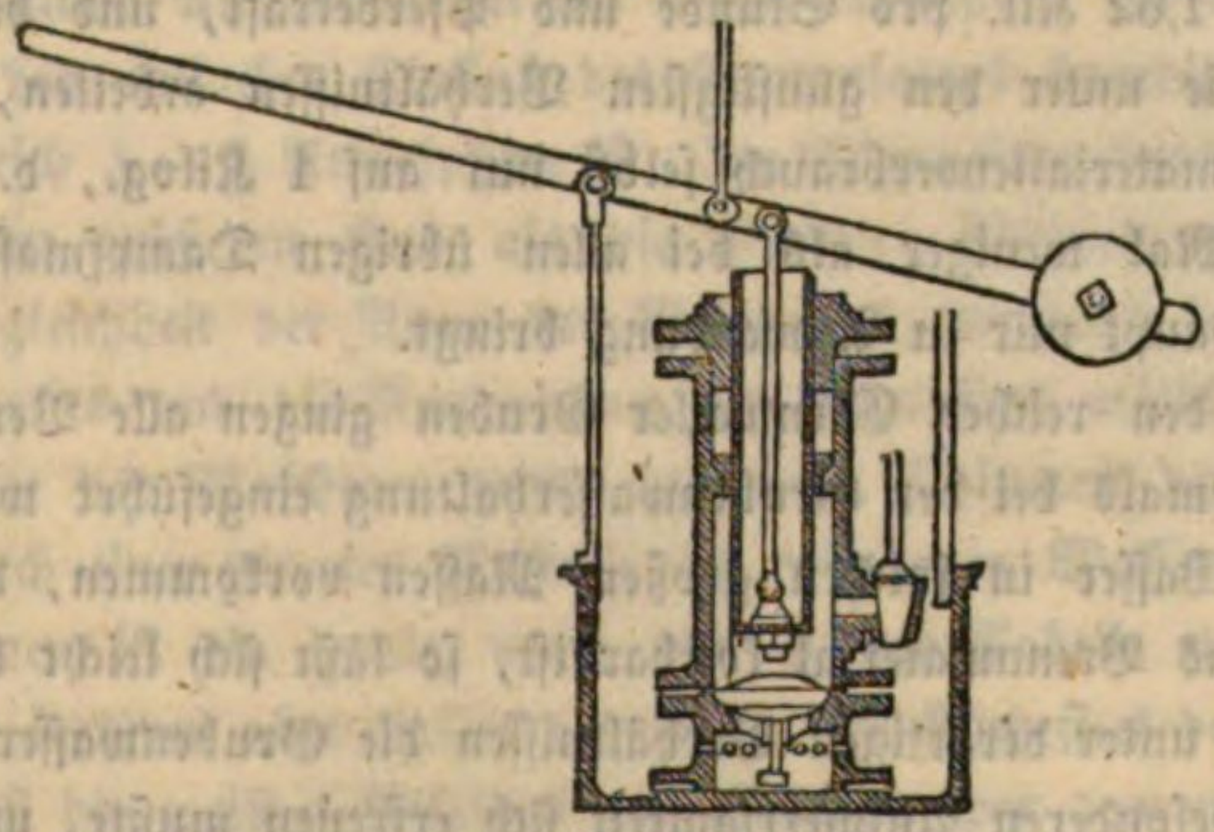
Der ganze Aufriß der Maschine Fig. 156. zeigt diese Vorrichtung zur Genüge, um daraus die Steuerung der Maschine ersehen zu können, und es bleibt nur noch übrig, die Maschinentheile anzuführen, vermittelst welcher der Betrieb geführt und geregelt wird.

Die Steuerung dieser drei Ventile geschieht durch drei horizontale Stangen, von denen eine jede erstens die Stange trägt, wodurch das Ventil geschlossen wird, zweitens das Gegengewicht und drittens den Hacken, durch den die Ventilstange heruntergezogen und das Ventil in Folge dessen geschlossen wird.

Die Oeffnung des Ventils wird durch die Wirksamkeit einer besonderen Vorrichtung, der Kaltwasserpumpe (cataracte) bewirkt. Das Wasser wird aus der Pumpe durch den Kolben hinausgedrückt, der hierbei durch ein Gewicht unterstützt ist, das man an dem Ende des Hebels anbringt; die Mündung ist durch einen Hahn verschlossen (Fig. 159.)



[Fig. 158. Auslaßventil.]



[Fig. 159. Kaltwasserpumpe.]

Durch ein abwechselndes Auf- und Niedergehen der Pumpe wird den Ventilen die Bewegung mitgetheilt.

Darin besteht also eine von den Dampfmaschinen, welche in Rücksicht ihres Baues sowohl als Betriebes die billigsten und regelmäßigsten sind. Man erhielt pro Kilog. verbrannter Kohle 125—150 Dynamod. (1000 Kil. auf 1 Met. gehoben), während die gewöhnlichen

doppelt wirkende Maschinen bei einer Wasserhebung in Tonnen nur 40 Dynamod. gaben. Dieser außerordentliche Nutzeffect, der sich bis auf 200 Dynamod. und darüber erhoben hat, beruht nicht allein auf der Art und dem Bau der Maschine, sondern auch auf deren speciellen Anwendbarkeit zur Wasserhebung. Um übrigens den möglichst hohen Nutzeffect hier zu erreichen, muß man die Maschine in ihrer ganzen Kraft arbeiten lassen, das ganze Pumpensystem unter den günstigsten Verhältnissen aufstellen und in der besten Ordnung erhalten.

Die Dimensionen für die oben angeführte Maschine waren: für den Dampfcylinder 1,20 M. Durchmesser und 2,30 M. Hubhöhe, für die Luftpumpe 1 Meter Hubhöhe und 0,620 M. Durchmesser, für die drei Ventile waren die Durchmesser von 0,180 M., für das Dampfventil, von 0,229 M. für das Gleichgewichtsventil und 0,267 M. für das Auslaßventil. Diese Maschine war auf 80 Pferdekraft berechnet und brachte einen Nutzeffect von 125—140 Dynamoden pro Kilog. Kohle hervor. In Cornwall baute man Maschinen von 300 Pferdekraft, die unter den günstigsten Verhältnissen arbeiten, und mehr als 200 Dynamoden Nutzeffect gaben. Das ausgezeichnetste Resultat hat man mit einer Maschine zu Whealdor in Cornwall erlangt, der Cylinder hatte 2 Meter Durchmesser, 3 Meter Hubhöhe, und der Nutzeffect belief sich auf 307 Dynamod. Vergleicht man nun das consumirte Brennmaterial mit dem Nutzeffecte der Cornwaller Maschinen, so ergiebt sich 1,62 Kil. pro Stunde und Pferdekraft, und bei den Maschinen, die unter den günstigsten Verhältnissen arbeiten, belief sich der Brennmaterialienverbrauch selbst nur auf 1 Kilog., d. h. auf vier bis fünf Mal weniger als bei allen übrigen Dampfmaschinen, die man überhaupt nur in Anwendung bringt.

Von den reichen Cornwaller Gruben gingen alle Verbesserungen aus, die jemals bei der Grubenwasserhaltung eingeführt worden. Da dort die Wasser in solchen großen Massen vorkommen, die Gruben tief und das Brennmaterial kostbar ist, so läßt sich leicht hieraus absehen, wie unter derartigen Verhältnissen die Grubenwasserhaltung einer ganz besonderen Aufmerksamkeit sich erfreuen mußte, und die dortigen Maschinen von eigends dazu bestimmten Ingenieuren erbaut und unterhalten werden. Diese Maschinen haben einen Zeiger, der verschlossen werden kann, so daß man zu bestimmten Zeiten die Hubzahl der Maschine beobachten kann; vergleicht man nun diese Zahl mit den Beobachtungen an den Pumpen selbst, so ergiebt sich hieraus der Nutzeffect einer gewissen Kohlenmenge.

Mehrere von diesen Wasserhebungsmaschinen haben 2,25 M. Durch-

messer für den Dampfcylinder und mehr als 3 Meter Hubhöhe. 59 Maschinen schaffen in 30 Tagen 3153600 Cub. Meter Wasser, d. h. durchschnittlich mehr als 72 Cub. Meter pro Minute zu Tage, ein ungeheuerer Nutzeffect, wenn man in Betracht zieht, daß die Gruben durchschnittlich mehr als 150 Meter Teufe haben.

Diese Beobachtung ist aus den monatlichen Uebersichten genommen, welche von den Wasserhaltungsmaschinen der Consolidated und United-Mines entworfen werden und von deren Einrichtung die beifolgende Tabelle eine Vorstellung geben wird. Bei den gewöhnlichen Betriebsverhältnissen giebt man dem Dampfe in den Kesseln einen Druck von $2\frac{1}{2}$—3 Atmosphären, die Expansion beginnt spätestens bei $\frac{1}{4}$ und frühestens bei $\frac{1}{8}$ des Kolbenhubs *).

Die beigefügte Tabelle ist von dem Monat Juni 1833; außer den Dimensionen der Maschine zeigt es die wirkliche Last auf dem Dampfcylinder an, den Durchmesser und die Hubhöhe der Pumpen, den Brennmaterialienverbrauch, die in einer bestimmten Zeit gehobene Wassermenge, endlich den Nutzeffect der Maschine mit der verbrannten Kohlenmenge verglichen.

Wenn man den Betrieb dieser Maschinen beobachtet, so findet man darin alle Materialien, die zur Construction der Maschinen zu wissen nöthig sind. Man sieht z. B., daß die durchschnittliche Last auf dem Dampfkolben gewöhnlich unter einer Atmosphäre ist, und hieraus folgt die mögliche Anwendbarkeit der Dampfexpansion; der Kolbenhub wird durch den einfachen Einfluß des Condensators beendigt, wo die Pressung gleich $\frac{2}{10}$—$\frac{3}{10}$ Atmosphäre ist. Im Allgemeinen hat die Dampfmaschine einen größeren Hub als die Pumpe; hieraus resultirt die mögliche Ungleichheit der Arme des Balanciers, wodurch der Beginn des Kolbenhubes und die Anwendung der Expansion erleichtert wird. Der Nutzeffect der Maschinen wird nach dem Volumen der Pumpen und nicht nach einer directen Messung der gehobenen Wasser berechnet. Dies Volumen ist ein wenig unter den in der Tabelle angeführten Zahlen, die letzteren aber stellen den wirklichen Nutzeffect der Maschinen dar, weil die meisten Pumpen nur Druckpumpen waren, deshalb allein bei dem Niedergehen des Gestänges wirkten und die Maschine immer dasselbe Gewicht zu heben hatte, wenn auch die Pumpen im schlechten Zustande waren. Darum ist die Unterhaltung dieser Pumpen ein Gegenstand der größten Aufmerksamkeit.

---

*) Diese Tabelle ist aus dem trefflichen Berichte des Herrn Combes über den Grubenbetrieb in Cornwall und Devon.

Dampfmaschinen-Durchmesser des Cylinders in englisch. Zollen.	Druck auf den Quadratzoll der Kolbenoberfläche in Pfunden.	Kolbenhub in englisch. Fußen.	Anzahl der Pumpen.	Höhe der Pumpen in Fathoms und Fußen.	Durchm. der Pumpenkolben.	Kohlenverbrauch in Bushels.	Hubzahl.	Hubhöhe der Pumpen in englisch. Fußen.	Druck auf die Pumpenkolben in Pfunden.	Anzahl der Pfunde auf 1 Fuß gehoben pro Bushel Kohle.	Hubzahl pro Minute.	Nutzeffect der Maschine in Dynamoden (1000 Kilog. auf 1 M. pro Kil. Kohle.
Maria engine, 90 Zoll.	9,28	10	1	7,0	12	2795	259838	7,5	77568	54081824	5,64	196,3
			4	94,4	16							
			3	92,4	10							
			1	45,0	8							
Taylor's engine, 70 Zoll.	13,60	10	6	118,5	17	3015	315010	7,5	69752	54568153	6,66	198,1
Pearce's engine, 65 Zoll.	14,70	9	1	1,2	11	1394	184220	7,5	58540	58021370	4,0	210,6
			8	199,2	11 1/8							
			1	25,3	11							
			1	4,1	7 1/2							
Wolf'sche Maschine, 90 Zoll.	10,55	10	8	221,3	14	2640	231010	7,5	89467	58515260	5,01	210,8
			1	8,1	8							
Bawden'sche Maschine, 90 Zoll.	8,90	10	1	15,3	12	"	337290	7,5	59584	"	7,3	"
			6	159,1	13			6	11288			
			1	23,0	13							
			1	11,2	12							
Shear'sche Maschine, 65 Zoll.	12,50	9	5	136,0	13	1930	285360	7,5	49981	55424060	6,18	201,0
			1	12,0	11							
			1	3,2	10							
Maschine von Cardazo, 90 Zoll.	10,97	9	1	23,1	10 1/2	3438	275680	8	78544	50385130	5,97	182,9
			3	74,5	16							
			3	74,5	15							
Kleine Maschine, 30"	13,66	9	1	6,5	12	780	439470	7,5	11576	48916391	9,54	177,4
			1	27,4	13							
			1	32,3	8							
			1	21,1	11							
			1	21,1	10							
Western engine, 36 Zoll.	15,89	7,75	1	21,1	9 1/4	596	196640	6	19275	41287966	4,27	149,9
			1	16,3	8 1/2			4,5	2109			
			1	11,0	6							
			2	21,0	5 1/2							
Powning'sche Maschine, 36 Zoll.	5,57	8	1	21,3	10 1/4	306	235770	6	7566	34930943	5,12	126,6
			1	11,0	9 1/2							
			1	6,3	8 1/4							

Wassersäulenmaschinen.

Wenn man in einer Grube über dem Stollen ein gewisses Quantum Wasser hat, so kann man es als bewegende Kraft zur Herausschaffung der tiefsten Grundwasser benutzen. Entweder führt man es auf ein Rad, das mit Pumpensätzen in Verbindung steht oder man benutzt es zum Betriebe der Wassersäulenmaschinen und erhält hierdurch eine bewegende Kraft, die um so viel höher über allen übrigen hydraulischen Maschinen steht, als die Cornwaller Maschine die gewöhnlichen Dampfmaschinen übertrifft.

Die Wassersäulenmaschinen scheinen aus Böhmen oder Ungarn herzustammen, wenigstens wurden sie dort zuerst auf eine normale und practische Weise construirt. Herr v. Reichenbach ließ eine große Anzahl von Wassersäulenmaschinen für die bairischen Salinen bauen, und Herr Junker hat die erste Maschine in Frankreich und zwar in Huelgoat construirt; diesen beiden Männern verdankt man die meisten Verbesserungen an den Wassersäulenmaschinen, wodurch sie dieselben auf die höchste Stufe mechanischer Vorrichtungen gestellt haben.

Wir wollen uns bei der Beschreibung der Maschine an die Huelgoater Maschine halten, welche ganz vortrefflich construirt ist. Diese Maschine ist einfach wirkend und ihre Bewegung beruht gewissermaßen auf demselben Principe wie die Cornwaller Maschinen, aber die Art und Weise, wie das Wasser seinen Druck ausübt, ist eine andere und führte deshalb zu einer gänzlich verschiedenen Vorrichtung in den einzelnen Theilen der Construction.

Damit es überhaupt möglich ist, eine Wassersäulenmaschine anzubringen, muß man zuvörderst die Wasser in eine Röhre von gewisser Höhe leiten und ihnen alsdann an dem unteren Ende einen Ausweg verschaffen können, wobei der Druck der ganzen Wassersäule eben in Betracht kommt. Nun kommt es darauf an, diesen Druck anzuwenden, und dies findet in derselben Weise statt, wie bei den Dampfmaschinen, d. h. die drückende Wassersäule hebt einen Kolben in die Höhe, worauf die Last ruht, dann hemmt man die Verbindung, sobald der Cylinder voll ist und läßt die benutzten Wasser abfließen, während das Gestänge durch sein eigenes Gewicht herabfällt.

Bei der Huelgoater Maschine (Fig. 160. u. 161.) ist der Kraftcylinder oben offen, unten ist eine Röhre angebracht, die vermittelst eines verticalen Rohres abwechselnd mit zwei Röhren in Verbindung steht, von denen die eine nach der großen Einfallröhre und die andere nach dem Stollen führt, beide folglich die Rollen von Einfall- und Abflußröhren für die Kraftwasser spielen. Um nun die Maschine

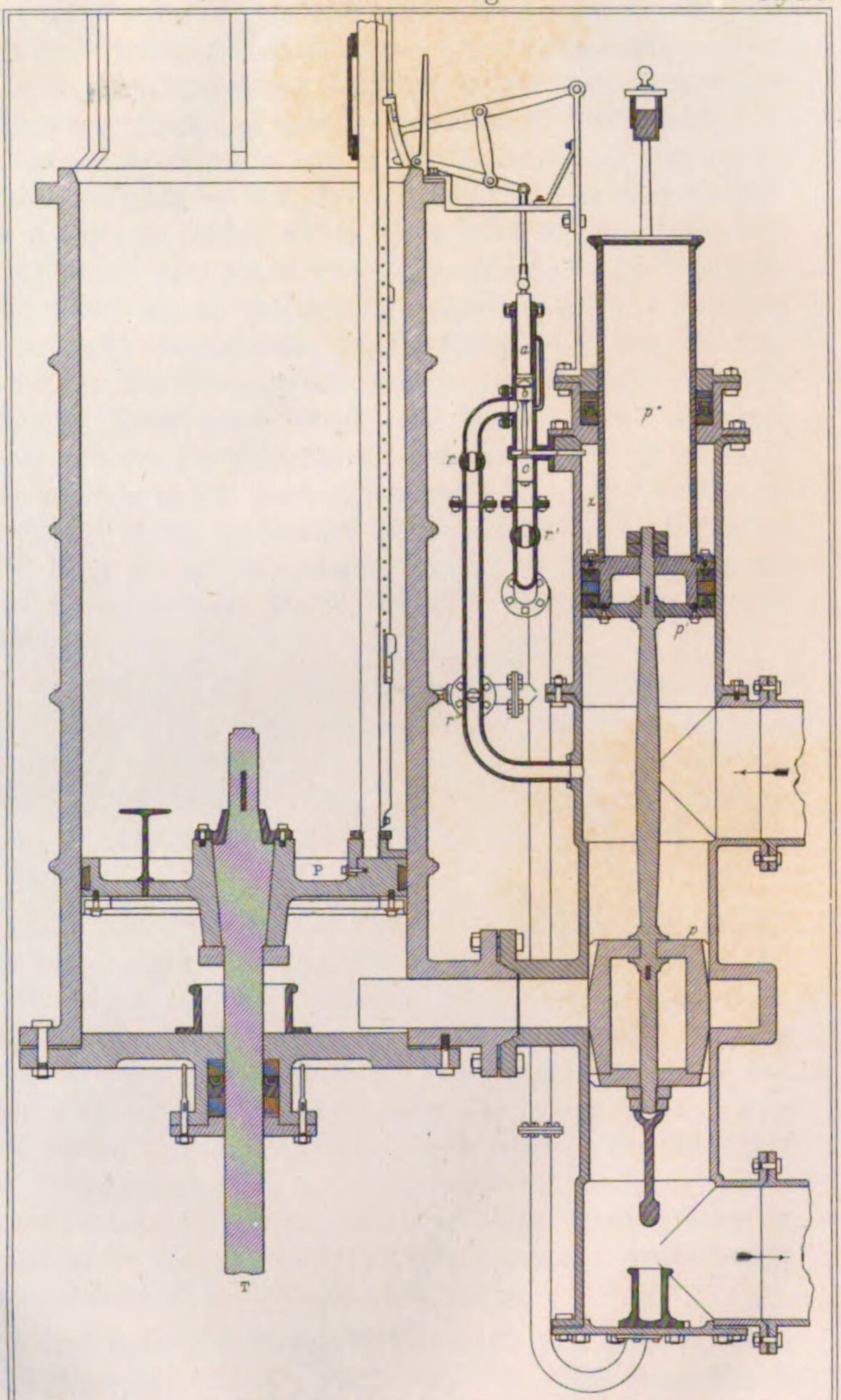
in Bewegung zu setzen, stellt man die Verbindung des Kraftcylinders mit der Einfallsröhre her, und so wird der Kolben bis auf seinen höchsten Stand gedrückt, der Zufluß des Wassers also verschlossen, und nunmehr der Cylinder in Verbindung mit der Abflußröhre gebracht, in das die Wasser durch das Gewicht des Kolbens und die Last des Gestänges hineingetrieben werden. Da das Wasser die bewegende Kraft ist, so mußte man für die Röhren sehr große Durchmesser nehmen, die z. B. zur Hälfte so stark als der Durchmesser des Cylinders waren; man durfte indeß dennoch nicht einen allzugroßen Theil des Kraftaufwandes der Maschine verschwenden. Dies war eine Aufgabe, die durch eine Vorrichtung gelöst wurde, welche man auf Taf. 160. abgebildet sieht. Wenn man vor der Röhre, die am unteren Ende des Treibcylinders angebracht ist, in einem aufrecht stehenden Cylinder zwei Kolben p, p' anbringt, und diese durch eine Stange mit einander verbindet, und so zu gleicher Zeit den oberen und unteren Eintritt der Wasser zu verhindern weiß, so kann sich dieser Doppelkolben in drei verschiedenen Stellungen befinden.

Wenn die beiden Kolben gleich sind, so werden sie dem eindringenden Wasser einen gleichen Widerstand leisten, sind sie indeß ungleich, so wird die einfallende Wassersäule das ganze Kolbensystem in der Richtung des größeren Kolbens treiben, wenn also p' größer ist als p, so wird der Steuerungscylinder in die Höhe steigen und die Abflußöffnung geöffnet sein; wenn p größer ist als p', so geht das System hinab, und das Wasser tritt in den Treibcylinder. Es handelt sich also hier darum, in auf einander folgenden Momenten zuerst p' größer als p und dann p größer als p' zu machen, und das in solchen Verhältnissen, um eine Bewegung herzustellen, die zwar sanft aber nicht zu langsam ist.

Um diesen Zweck zu erreichen, construirt man zuvörderst p' größer als p und setzt auf ihn einen Cylinder p'', der über den Kraftcylinder hinauf reicht und dessen Durchmesser geringer als p ist. Man nimmt also an, daß der ringförmige Raum, wodurch das Verhältniß zwischen den beiden Kolben hergestellt wird, abwechselnd von der einfallenden Wassersäule angefüllt werde und von ihr frei bleibe, hierdurch also die Bewegung hergestellt wird. Das ganze Spiel der Maschine besteht deshalb in der Arbeit eines Hahnes, dem von drei Seiten Wasser zufließen, und welcher vor der kleinen Röhre angebracht ist, die in dem ringförmigen Raume z ausmündet und diesen Raum bald mit der Kraftwassersäule, bald mit der Ausflußröhre in Verbindung setzt. Dieser Hahn könnte durch einen Winkelhebel in Bewe-

Wasserhaltung

Fig. 160.



Wassersaeulenmaschine von Huelgoat.

gung gesetzt werden, der an dem Treibcylinder befestigt ist. Man hat statt dieses Hahnes zwei kleine Kolben b und c angebracht, zwischen denen sich die Oeffnung der Zulaßröhre befindet; der untere Kolben c ist so vorgerichtet, daß durch einen 15—16 Cent. Met. hohen Hub der ringförmige Raum z bald in Verbindung mit der großen Einfallröhre, bald mit der Steigröhre gesetzt werden kann. Auf dem Kolben b steht ein massiver Kolben a, der durch eine Lederbüchse hindurchgeht und einen kleinen ringförmigen Raum um sich herum behält, welcher mit der Wassersäule vermittelst eines kleinen gebogenen Rohres in Verbindung steht. Die drei kleinen Kolben sind sehr leicht zu steuern. Die Steuerung wird durch die auf der Tafel Fig. 160. zu ersehenden Vorrichtungen bewirkt. Die Bewegung des Treibkolbens beruht also auf der Bewegung der drei Kolben p, p′, p″ und diese wird wieder durch das Zufallen und den Abfluß einer kleinen Menge Kraftwasser in den ringförmigen Raum z bewirkt. Jenes Zufallen selbst hängt mit der Bewegung der drei kleinen Kolben a, b, c zusammen, die zu ihrem Spiele nur eines geringen Kraftaufwandes bedürfen.

Durch die Hähne r, r′ vermag man die Dauer des Wassereinfalles und Abflusses in den ringförmigen Raum und folglich den Gang der Maschine zu reguliren. Offenbar kann man hier nach Belieben verfahren, und die aufsteigenden wie absteigenden Bewegungen des Treibcylinders, je nachdem es vortheilhaft erscheint, gleich oder ungleich machen.

Das wichtigste Stück der Maschine, dessen Anfertigung zugleich am schwierigsten, ist das Kolbensystem. Die 3 Kolben und der Cylinder, in dem sie befindlich, müssen genau in derselben Axe stehen, um keinen Kraftverlust zu veranlassen. Um den schädlichen Raum zu vermindern, ist der untere Kolben, der das Verbindungsrohr mit dem Treibcylinder schließt, nur in so viel vollkommen cylindrisch, als es zum genauen Bedecken der Oeffnung erforderlich ist. Der übrige Theil der Kolbenoberfläche ist gerippt, damit durch diese Streifen das Kraftwasser vor dem vollständigen Oeffnen der Röhre allmählig eindringen kann, um den Stoß auf den Kolben zu vermeiden und dem Kraftwasser so nach und nach den Eingang zu verschaffen.

Was nun die Aufstellung der ganzen Maschine anbetrifft, so ergiebt sich dieselbe genügend aus der Fig. 161., CCC ist die Einfallröhre, DDD die Steigröhre. Diese letztere steht unterhalb dem Stollen, weil das Gestänge schwerer als die durch die Pumpen in dem Steig-

rohre EE hinauf geschickten Wasser ist und man so ein bestimmtes Gegengewicht vermeidet.

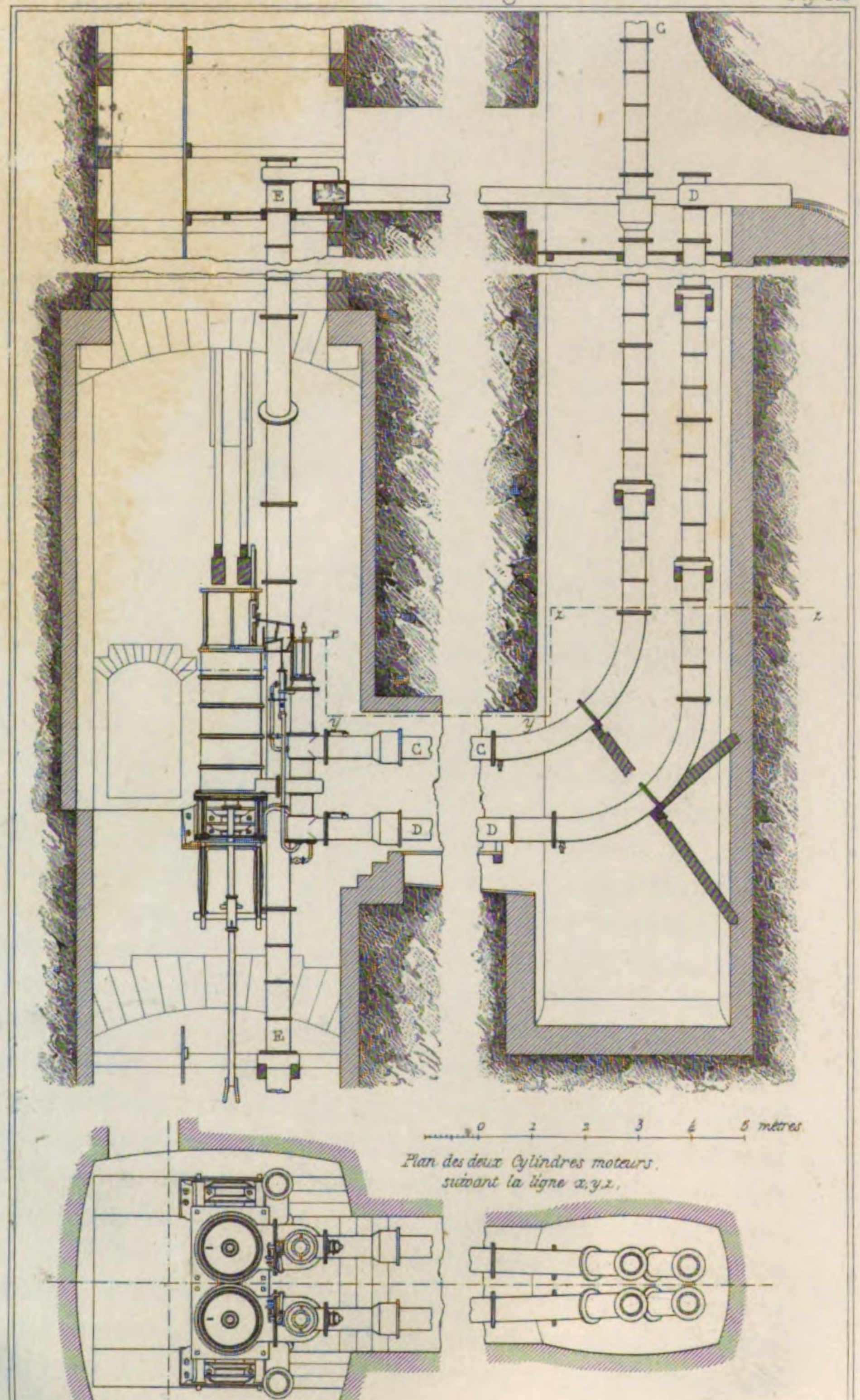
Zwei Treibcylinder stehen einer neben dem anderen; der Durchmesser beträgt 1,05 M., das Maximum ihres Hubes 2,30 M.; nach dem Inhalte des Cylinders wird der Verbrauch an Kraftwasser bestimmt und beträgt 1,880 M. In dem ringförmigen Raume ist er nur 0,033 M.; die Anzahl der Hube ist gleich $5\frac{1}{2}$ pro Minute; daraus folgt eine Geschwindigkeit der Kraftwasser in der Einfallröhre von 0,38 M. Durchmesser von 2 Met. pro Secunde.

Es ist klar, daß die Wassersäulenmaschinen auch doppelt wirkend vorgerichtet werden können. Die Berechnung dieser Maschine ist übrigens noch um vieles leichter als die der Dampfmaschinen. Herr Junker hat darüber die interessantesten Details mitgetheilt, die einem Jeden, der sich mit Erbauung ähnlicher Maschinen befassen will, genügen werden. Die Benutzung derselben beschränkt sich übrigens nicht auf die Hebung der Grubenwasser, man kann sie auch zur Förderung, Wetterhaltung u. dgl. anwenden.

Eine der genialsten Ideen, welche vielleicht je durch Ingenieure verwirklicht wurden, ist die Benutzung der Wassersäulenmaschinen bei den Salzgruben zu Reichenhall und Berchtesgaten; es ist in diesen Gruben Sohle angetroffen worden, die man zu Tage schafft, aber an derselben Stelle wegen Mangel an Brennmaterial nicht versieden kann. Herr v. Reichenbach faßte das Project und führte es auch aus, die Sohle über eine bergige Gegend auf vier günstig belegene Punkte zwischen der Salza und dem Inn hinzuführen, wo sowohl die Versiedung der Sohle als auch der Absatz des gewonnenen Salzes leichter möglich war. Zu diesem Zwecke mußte er die Sohle 1035 Meter hoch in 14 Abtheilungen heben, was er durch 9 Wassersäulenmaschinen und 5 Wasserräder bewerkstelligte. Die größte von diesen Maschinen ist die Illsanger, welche durch ein Wassergefälle von 100 Meter Höhe in Betrieb kommt und die Sohle 355 Meter auf einmal in die Höhe hebt. Die so gehobene Sohle durchläuft ungefähr 110000 Met. Röhrentouren, bevor sie in den Salinen anlangt.

Wasserhaltung

Fig. 162.



Plan des deux Cylindres moteurs, suivant la ligne x, y, x.

E. Wormser sc.

Wassersaeulenmaschine von Huelgoat.

Dreizehntes Capitel.

Aufbereitung der Erze.

Nicht alle mineralische Substanzen können unmittelbar nach ihrer Förderung sogleich dem Handel übergeben werden; die Kohle, das Steinsalz und einzelne Felsarten brauchen allerdings nur ausgeklaubt, sortirt und gemessen zu werden. Dasselbe findet indeß nicht mit den meisten metallischen Verbindungen statt, die fast alle, bevor sie zum Hüttenproceß gelangen, eine Aufbereitung erleiden müssen.

Man wird sich deshalb eine ganz falsche Idee von den gewöhnlichen Erzen machen, wenn man sie nach den Stufen beurtheilen wollte, die sich in den mineralogischen Cabinetten vorfinden. In solchen Sammlungen findet man nur derartige Exemplare, welche sich durch den Reichthum ihres Gehalts oder die Nettigkeit ihrer Charaktere auszeichnen, mit den in den Gängen gewöhnlich brechenden Erzen aber nicht verglichen werden können, da hier die Eigenschaften des Erzes wegen ihres sparsameren Vorhandenseins nicht so hervortreten können. Der Bergmann muß deshalb nicht allein die einzelnen Erze in ihrer reinen Gestalt, sondern auch deren Vorkommen kennen und sich besonders bei der Aufbereitung daran gewöhnen, schon mit dem Auge den ungefähren Gehalt abschätzen zu lernen.

Schon oben erwähnten wir, wie man, vom gewerblichen Gesichtspunkte aus, unter einem Erze nur eine solche Metallverbindung verstände, deren Gehalt die berg- und hüttenmännischen Gewinnungskosten deckte. Hieraus folgt, wie der Gehalt eines anstehenden Erzes um vieles größer als der von Seifen sein muß. Da nun der Werth der erzeugten Metalle zu verschiedenen Zeiten verschieden ist, so muß dies

nothwendiger Weise auch auf den Begriff Einfluß haben, den wir uns von den Erzen gemacht. In dem letzten Jahrhundert z. B. stand das Blei so hoch im Preise, daß ein großer Theil der silberhaltigen Bleiglanzgänge in Frankreich mit Nutzen abgebaut werden konnte, während der heutige niedrige Werth dieses Metalles, welcher eben durch die gewaltige spanische Production erzeugt wurde, den Betrieb dieser Gruben nicht mehr gestattete. Zu den Zeiten der Römer baute man in Italien auf Kupfererzen, die nicht halb so reich waren, als sie es heute sein müssen, um überhaupt gewonnen werden zu können. Wir wollen deshalb untersuchen, welches in dieser Beziehung die gegenwärtige Lage der Dinge ist.

Unter den gewöhnlichen Metallen kommt das Eisen am meisten verbreitet vor und kann auch am billigsten dargestellt werden. Es ist klar, daß deshalb die Eisenerze reicher als alle übrigen sein müssen und nur als solche betrachtet werden können, wenn ihr Gehalt 25—30% beträgt. Viele abnorme und geschichtete Gesteine, wie der Basalt und der eisenschüssige Sandstein enthalten 10—12%, sind aber deshalb keine Eisenerze zu nennen. Demungeachtet gab man diesen Namen öfters mergelichen Massen, die etwa nur 10% Oxydhydrat in Körnern führen, und welche deshalb leicht zu gewinnen sind. In allen Fällen darf man den Namen eines Erzes in dem gewerblichen Sinne nur den gewaschenen Eisenerzen beilegen.

Nach dem Eisen findet man das Blei am häufigsten, und um dasselbe deshalb mit Gewinn darstellen zu können, müssen seine Erze sehr reich sein und nächst den Eisenerzen den größten Gehalt besitzen. Unter den Bleierzen ist der Bleiglanz oder das Schwefelblei nur von technischer Wichtigkeit, wozu man indeß noch das kohlensaure Bleioxyd rechnen könnte. Aller Bleiglanz ist mehr oder weniger silberhaltig, er muß hiervon indeß wenigstens $\frac{1}{2000}$ besitzen. Sind die Bleierze leicht zu gewinnen, so genügt ein Gehalt von $\frac{1}{20}$ reinem Erz, das in der abzubauenden Gesteinsmasse eingesprengt ist. So dürfte ein Gang nur 0,05 M. Mächtigkeit haben, und könnte dennoch mit Nutzen durch eine Meter weite Strecke abgebaut werden, wenn das Bleierz nur $\frac{1}{1000}$ Silbergehalt hätte. In sehr festem Gestein würde indeß ein Gehalt von $\frac{1}{10}$ reinem Bleiglanz erforderlich sein. In derartigem Gestein ist der Bleiglanz aber auch in der Regel derber und silberhaltiger. Man wird hierüber Folgendes aufstellen können:

pro Cub. Met.:

Abbaukosten . . 15 Fr.
Aufbereitungskosten 10 = } erhaltener Schlich 200 Kil.

pro Ctr. Schlich:

Transport und Verschmelzungskosten von 100 Kil. Schlich . . . . 15 Fr. } erhalten 60 Kil. Blei und Glätte mit 0,10 Kil. Silber.

So würden die Gewinnungskosten pro Ctr. Schlich die Generalkosten exclusive 27 Fr. 50 Cent. betragen und die Einnahme etwa 33 Fr. sein.

In fast allen metallischen Districten werden Bleierze angetroffen; es scheint indeß, daß das Vorkommen derselben in liegenden und stehenden Stöcken von einer höheren Bedeutung als das in regelmäßigen Gängen ist.

Das Zink trifft man sehr häufig mit Schwefel verbunden an, woraus man es indeß bis jetzt noch nicht darstellen konnte. Der Galmei ist also das einzige Erz. Dasselbe besteht aus einem Gemenge von Zinkoxyd, kohlensaurem Zink und Zinksilicat, die unter sich meistens durch Eisenoxyd verbunden sind. Diese Oxyde und Verbindungen gehen so in einander über, daß es schwer hält, die wahre Beschaffenheit des Erzes zu erkennen.

In Schlesien namentlich, in Belgien, in Lüttich und an einzelnen Punkten in England findet sich der Galmei in Lagern. Man gewinnt das Zink durch Destillation und consumirt hierbei an Kohle das fünfzehn- bis sechzehnfache Gewicht des erhaltenen Metalles. Das Erz muß vorher aufbereitet werden und wenigstens 20% enthalten. In Schlesien rechnet man den Ctr. Erz mit 30% zu 3,10 Fr. Vergleicht man dies mit den Abbaukosten, so kann man auf Lagern bauen, die nur $\frac{1}{10}$ Galmei enthalten und $\frac{2}{30}$ Zink produciren, aber unter der Bedingung, daß man es möglich machen könnte, die in der Grube gewonnenen Erze durch Waschen und Pochen auf 20% zu concentriren.

Kupfererze kommen seltener vor; nach den Gängen in Cornwall und im Ural kann man nur einzelne Districte in Schweden, Mannsfeld, Ungarn und Toscana anführen. Die gewöhnlichen Erze bestehen in Kupferkies. In St. Bel mußte man einen Gang verlassen, der nur $\frac{1}{40}$ von diesem Erze enthielt. Bei einem solchen Gehalte baut man indeß noch in Schweden; in den quarzreichen Gängen in Cornwall nimmt man $\frac{1}{50}$ an. Bei noch leichter zu gewinnender Gangmasse und besonders bei solchen Erzen, die sich noch leichter verschmelzen lassen, wie die kohlensauren Verbindungen und das Oxydul, könnte man bestimmt auf noch ärmeren Gängen bauen, obgleich man in Gegenden,

wo der Industrie wenig Hilfsmittel geboten werden, wo Tagelohn und Brennmaterial um vieles theurer sind, wie dies in Chili und Cuba der Fall ist, dieselben Erze nur bei einem ungleich reicheren Vorkommen gewinnen kann.

Die meisten Erze von Toscana, Coquimbo, Chili und der Insel Cuba werden nach Swansea in Süd-Wales transportirt, um dort verschmolzen zu werden. Der Werth des Erzes richtet sich deshalb nach den Handelspreisen. Nehmen wir an, daß man durch Analyse einen Kupfergehalt von 9% gefunden habe, und der Preis des Ctr. Kupfer 250 Fr. sei, so wird der Ctr. Erz 9 Kil. Kupfer enthalten, und folglich einen Werth von 22,50 Fr. einschließen. Die Hüttenkosten betragen in Wales ungefähr 7 Fr. pro Ctr., für den Transport und den Abbau bleiben deshalb noch 15 Fr. übrig. Die Transportkosten kennt man so ziemlich, und man kann hiernach sofort berechnen, wie reich das anstehende Erz brechen muß, um gewonnen werden zu können, und unter welchen Verhältnissen ein Gang bauwürdig genannt werden kann.

Nicht alle Erze liefern ein Kupfer von gleicher Güte; der Kupferkies ist in Cornwall häufig mit Bleiglanz, Arsenikeisen und Blende gemengt, welche die Güte des Products verschlechtern. Man macht deshalb zwischen dem reinen und geschmeidigen russischen Kupfer und dem Kupfer aus Wales einen Unterschied, welchem letzteren man eine gewisse Geschmeidigkeit durch einen Bleizusatz zu geben sucht.

Das Zinn findet sich nur im oxydirten Zustande, es ist deshalb aus seinen Erzen leicht darzustellen, und man kann auf ungleich ärmeren Lagerstätten noch mit Vortheil bauen, als dies mit den obigen Metallen der Fall ist. Das Zinnoxyd kommt auf zweierlei Art vor: erstens als anstehendes Erz in Gängen oder Stockwerken, zweitens als einzelne Körner in den Seifen. Die Cornwaller und sächsischen Gänge baut man noch bei einem Metallgehalte der Erze von $\frac{1}{80}$, denn das Erz hat an sich nicht nur einen größeren Werth, als das Kupfererz, sondern steht auch deshalb höher, weil es leichter zu verschmelzen und besonders leichter aufzubereiten ist, da man wegen des großen Gewichtes des Zinnoxydes den Gehalt leicht bis auf 50—60% concentriren kann. In Cornwall braucht man zur Gewinnung von einem Ctr. Zinn allein 175 Kil. Kohle, und die hüttenmännischen Totalkosten belaufen sich auf 12—14 Fr.; in dem Erze verbleibt also ein Werth von 130 Fr. bei 60% Gehalt.

Man muß zwischen den eigentlichen Zinnerzen und den Seifen einen genauen Unterschied machen. Die ersteren sind immer mit

Schwefel- und Arsenikkies gemengt, während in dem anderen das Erz vollkommen rein ist und deshalb ein Product von ungleich höherer Güte liefert. Hieraus ergiebt sich der Unterschied in den Preisen des Banca und englischen Zinnes. Auf der Halbinsel Banca und Malacca gewinnt man allerdings nur Seifen, und kennt selbst nicht den Ort, von wo sie hergekommen.

Das Quecksilber kommt noch seltener als das Kupfer und Zinn vor. Die Gruben von Almaden liefern fast ausschließlich alles Quecksilber für die ganze Welt. Die Erze enthalten, wie sie aus der Grube kommen, sagt man, niemals weniger als $\frac{1}{10}$ Quecksilber.

Zu Idria in Kärnthen und bei Serravezza in Italien baut man auf bituminösem Schiefer, der nur $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{100}$ Quecksilber enthält. Das hüttenmännische Verfahren indeß ist so einfach und das Product so gesucht, daß ein so geringer Gehalt der Erze vollkommen genügend erscheint, um wenigstens die Gewinnungskosten in selten sehr festem Gestein zu decken. Das einzige Quecksilbererz ist das Schwefelquecksilber oder der Zinnober, womit das Gestein auf das Innigste imprägnirt ist, und zwar so, daß eine jede mechanische Aufbereitung unmöglich erscheint. In Idria verliert man hierbei 35% Quecksilber; man muß deshalb das Erz durch ein Ausklauben zu concentriren suchen.

Das Silber kommt in der Regel mit den übrigen Metallen zusammen vererzt vor; dies findet wenigstens in Europa statt. Will man deshalb zu bestimmen suchen, wie hoch der Gehalt eines eigentlichen Silbererzes sein müsse, so muß man dies in den amerikanischen Revieren thun. Das Silber findet sich dort gediegen und geschwefelt, rein oder mit anderen Schwefelverbindungen gemengt und bisweilen mit Chlor verbunden. So tritt es in mächtigen Gängen auf und ist von dem Kalkspath, Quarz und Schwefelkies begleitet. Mitunter ist der Schwefelkies zersetzt und in Oxydhydrat umgewandelt, in dem alsdann die Silbererze in ansehnlicher Menge vorkommen. In dieser Art finden sich die pacos und colorados, von denen oben bei der Beschreibung der Lagerstätten von Peru, Chili und Mexiko gesprochen wurde.

Die amerikanischen Gruben geben nur wegen der großen Menge ihrer Erze eine Ausbeute; die Massen gediegenen Silbers sind Ausnahmen, und der gewöhnliche Gehalt der Erze beträgt $\frac{1}{2000}$—$\frac{1}{400}$. Dieses Silber ist fast immer etwas goldhaltig.

Das berühmte Vorkommen in den Bergen von Potosi in Bolivien

giebt keine reicheren Erze als zu $\frac{2}{5000}$ Gehalt, und liefert kaum noch eine Ausbeute.

Zu Bockstein in Salzburg und zu Zell in Tyrol baut man auf goldhaltige Silbererze, die $\frac{3}{100000}$ Silber und $\frac{1}{100000}$ Gold enthalten, d. h. ein Cub. Meter Erz wird ungefähr 37 Fr. von dem einen und dem anderen Metall an Werth besitzen. Wahrscheinlich würde sich ein ähnlicher Betrieb nirgend anders halten können.

Das Gold findet sich nur im gediegenen Zustande. Der Werth der Erze hängt also offenbar von der Menge und Beschaffenheit der Gangmassen ab. Man kann die in Brasilien und in den Cordillieren gewonnenen Erze in vier Classen bringen: erstens, anstehendes Golderz mit quarziger Gangmasse (Klauben, Pochen und Waschen); zweitens, Gold in unkenntlichen Theilchen im Schwefelkies (Amalgamation); drittens, Gold in den Eisenoxydhydraten durch Zersetzung der Kiese; viertens, Seifen.

Die letzteren liefern fast alles Gold; als kleinster Gehalt werden zwei Grammen Gold pro Tonne Sand, d. h. ein Gehalt von $\frac{1}{500000}$ angenommen, während der durchschnittliche Gehalt bei den russischen Goldwäschen $\frac{1}{200000}$ beträgt. Die Verhältnisse bei den anstehenden Erzen sind noch schwieriger zu erörtern.

In die erste Klasse, wo eine quarzige Gangmasse zur directen Goldgewinnung gefördert werden muß, gehören die Gruben von Beresov in Sibirien, Taquary und Gongo-Socco in Brasilien. Die Existenz dieser Gruben beruht auf keiner sicheren Basis, da bisweilen an einem Tage sehr reiche Geschicke gefördert werden, während ganze Monate ohne ein günstiges Resultat vergehen. Durchschnittlich muß aber ein Cub. Meter gewonnenes Gestein nach der Aufbereitung und Wäsche $\frac{1}{20000}$ Gold enthalten, um den Betrieb einigermaßen sicher zu stellen.

Erzpochen.

Wie die Erze aus der Grube kommen, können sie noch nicht sogleich dem Schmelzproceß übergeben werden, sondern müssen vorher einen besonderen Proceß durchmachen, der eine Erhöhung des Erzgehaltes und mithin eine Wegschaffung der größtmöglichsten Menge Berge zum Zwecke hat.

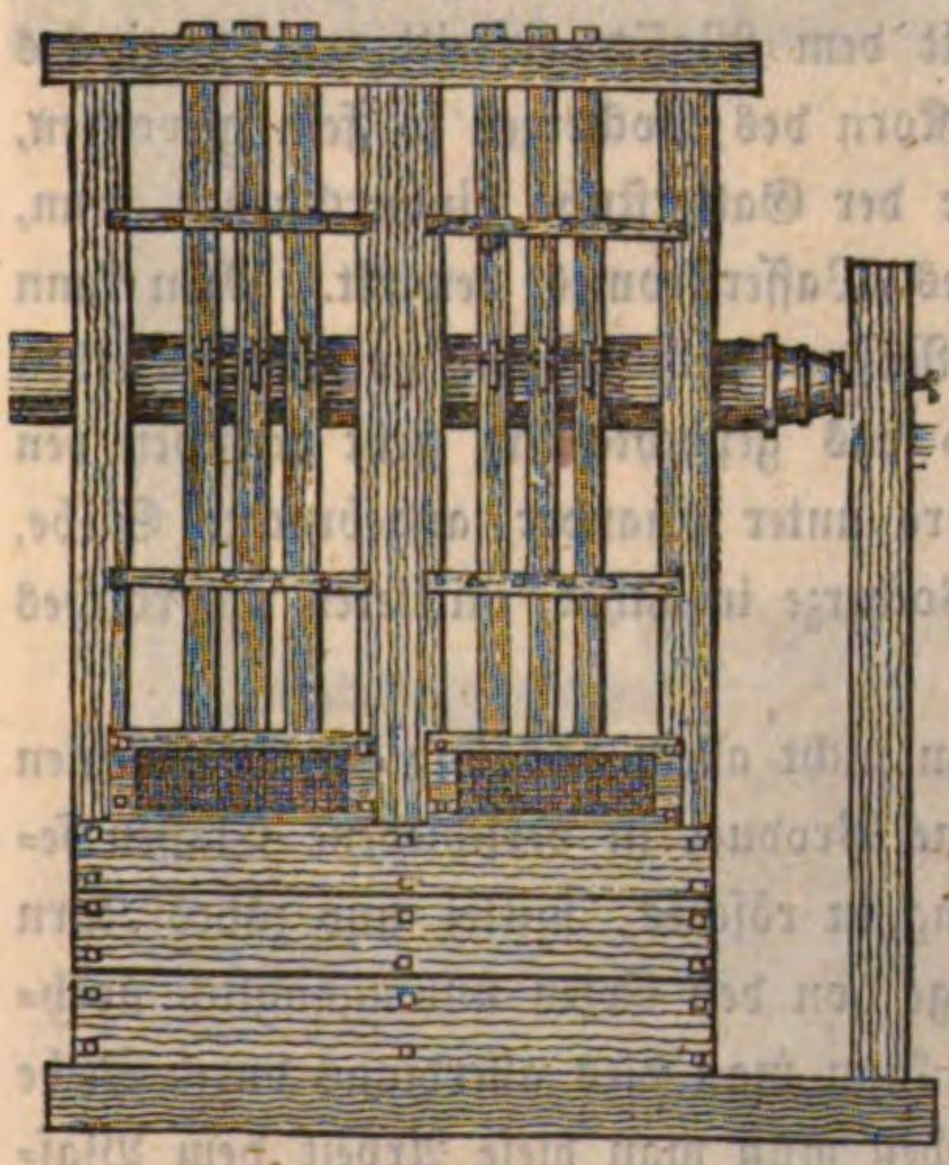
Die Erze kommen in unregelmäßigen Stücken zu Tage, sie müssen deshalb erst ausgeschlagen und rein geschieden werden. Es werden dadurch Stücke von Faustgröße gebildet, die von anderen Arbeitern unter der Aufsicht erfahrener Bergleute in Nußgröße zerschlagen und

n drei Abtheilungen gebracht werden: 1) das taube Gestein oder die Gangmasse, 2) das Pocherz, 3) das Scheideerz. In Cornwall bedient man sich zum Zerschlagen der Erze gußeiserner Schlägel oder Platten von 3 Kilog. Gewicht, an denen ein etwa 1 Meter langer Helm befestigt ist.

Das taube Gestein wird fortgeworfen, das Scheideerz direct an die Hütten geliefert und das Pocherz noch anderen Arbeiten unterworfen. Bei der Scheidung fällt eine Menge Mehl ab, das in die Schlammgräben kommt.

Das Pocherz muß so behandelt werden, um die Gangmasse von den Aederchen, Körnern, Crystallen oder Theilchen, in denen das Erz vorkommt, zu trennen. Die erste Arbeit besteht also in einem Zerkleinern des Erzes und hierauf in einer Absonderung der Berge. Das geschieht erstens durch Pochwerke, zweitens durch Walzen, drittens durch Schrotmühlen, viertens durch gewöhnliche Mühlen.

Das Pochwerk (Fig. 162.) wendet man überall an; es besteht aus Stempeln, die aus Holz gemacht und einen gußeisernen Schuh haben; diese Stempel werden nach einander in die Höhe gehoben, und zwar durch die Hebelinge einer Welle. Bei einem Pochwerke können die Anzahl und das Gewicht der Stempel die Hubhöhe und die Anzahl der Schläge in einer bestimmten Zeit verschieden sein.



[Fig. 162. Gatterpochwerk.]

In Cornwall bestehen die Stempel aus 0,15 M. und 0,12 M. dicken Bohlen, und wiegen mit dem Schuh 140—160 Kilog. Der Schuh hat gewöhnlich 0,40 M. Höhe, 0,18 M. Stärke und 0,25 M. Breite. Der Stempel selbst steckt in ihm und ist durch Keile festgekeilt. Die Stempel stehen gewöhnlich zu drei bei einander und in Charlestown United-Mines werden 12 derartige Pochsätze, jeder Satz zu 3 Stempel durch eine Maschine von 40 Pferdekraft bewegt. Die Welle macht in der Minute 10 Umdrehungen und da sie für jeden Stempel 5 Däumlinge hat, so beträgt die Anzahl der Schläge 50 pro Minute und die Hubhöhe ist gleich 0,20—0,25 Meter.

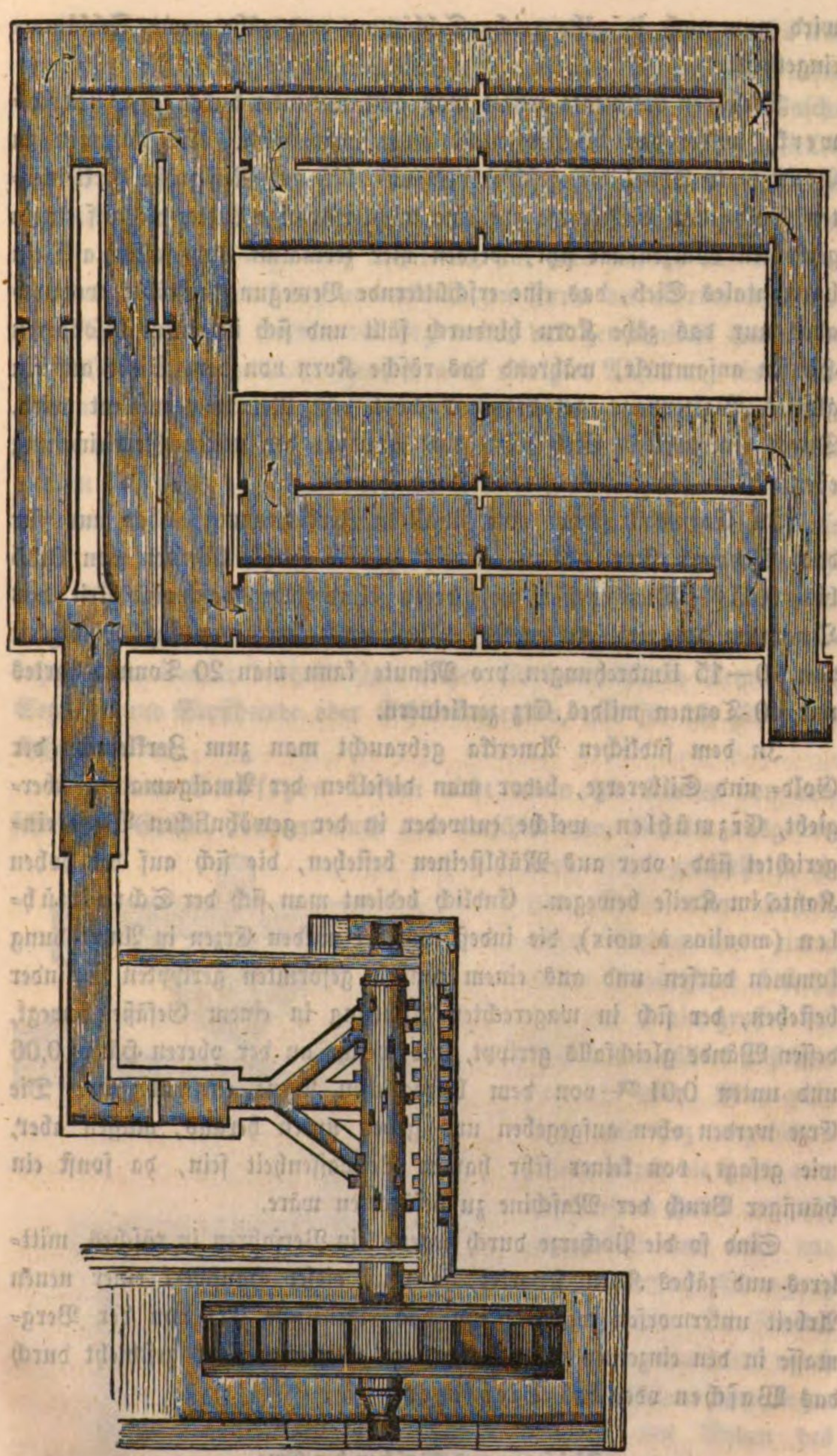
In Cornwall sind die Erze sehr hart, und es werden zur bewegenden Kraft gewöhnlich Dampfmaschinen angewandt. Die Pochwerke sind deshalb so construirt, daß sie den größten Nutzeffect hervorbringen können. In Deutschland wendet man ausschließlich Wasserkraft zum Pochen an; die Pochstempel haben da, namentlich bei weniger harten Erzen, nur 50—80 Kil. Gewicht, und die Anzahl der Schläge beträgt 30 pro Minute. Zwischen diesen beiden äußersten Kraftgränzen liegen eine Menge von Zwischenabtheilungen, die sich nach der Menge des zu pochenden Erzes richten.

Bei dem Pochen läßt man die Erze mit einem Wasserstrom in den Pochtrog treten. Eine solche Vorrichtung nennt man im Allgemeinen ein Naßpochwerk; die Pochsohle ist hierbei geneigt, so daß das Erz, welches auf der einen Seite mit dem Wasser eingeführt wird nach und nach unter alle Stempel kommt.

Mit dem speciellen Namen „Gitterpochen" bezeichnet man eine solche Vorrichtung, wo an der Seite des Pochtroges, die derjenigen gegenüberliegt, wo das Erz mit dem Wasser eintritt, ein verticales Gitter angebracht; ist nun das Korn des Pocherzes so fein geworden, daß es durch die Zwischenräume der Gatterstube hindurchgehen kann, so wird dies durch die Kraft des Wasserstromes bewirkt. Man kann endlich auf starken gußeisernen Rösten auch trocken pochen; dieselben liegen unter den Stempeln, und das gepochte Erz geht zwischen den Rösten hindurch. Durch mehrere unter einander angebrachte Siebe, kann man eine Separation der Pocherze in zähes, mittleres und rösches Korn bewirken.

Durch das Pochen will man nicht allein das Erz im Allgemeinen zerkleinern, sondern das erhaltene Product in verschiedene Classen separirt erhalten. Eine Eintheilung in rösches, mittel und zähes Korn ist für die Absonderung der Berge von den Erzen unumgänglich nothwendig. Bei dem Trockenpochen kann man dies allerdings durch Siebe bewirken; bei dem Naßpochen indeß muß man diese Arbeit dem Wasser selbst überlassen.

Steht also Wasser zu Gebot, so richtet man eine Mehlführung vor Fig. 163., d. h. eine Reihe von Behältern, in denen sich die gepochten Körner nach ihrem Erzgehalte ablagern. Die erste Rinne in welche das Erzmehl unmittelbar von dem Pochtroge aus hinfließt, ist ungefähr 1 Meter tief und an ihrem Ende durch ein Brett von 0,60 M. Höhe eingeschlossen; in diesem Behälter setzt sich das rösche Korn ab, das mittlere wird durch das Wasser bis zu einer anderen Verdämmung, über die hinaus nur das zähe Korn gehen kann; das letztere



[Fig. 163. Pochwerk mit Mehlführung.]

wird nun noch in zähe reiche Schlämme und zähe arme Schlämme eingetheilt.

Dieselben Resultate erhält man auch mitunter durch ein Quetschwerk, wobei das Wasser nicht angewandt wird. So kommen zu Bockstein in Tyrol die geschiedenen und bis auf Nußgröße zerkleinerten Gold- und Silbererze auf eine trichterförmige Lutte, die auf einem gerippten Walzenpaar sitzt, werden hier zermalmt und fallen auf ein horizontales Sieb, das eine erschütternde Bewegung ausübt, wodurch aber nur das zähe Korn hindurch fällt und sich in einem besonderen Haufen ansammelt, während das rösche Korn von dem Siebe auf ein glattes Walzenpaar geführt und dort von Neuem zermalmt wird. Durch ein zweites Sieb wird das Product der neuen Zerkleinerung ebenfalls in feines und grobes Korn separirt.

In Cornwall findet eine ähnliche Zerkleinerung, aber nur für das Setzwerk statt. Man wendet hierbei hohle Walzen von 0,35 bis 0,45 M. Durchmesser an, deren Umdrehungsgeschwindigkeit das Quantum des zerkleinerten Erzes bestimmt; bei einer Geschwindigkeit von 10—15 Umdrehungen pro Minute kann man 20 Tonnen hartes und 40 Tonnen mildes Erz zerkleinern.

In dem südlichen Amerika gebraucht man zum Zerkleinern der Gold- und Silbererze, bevor man dieselben der Amalgamation übergiebt, Erzmühlen, welche entweder in der gewöhnlichen Weise eingerichtet sind, oder aus Mühlsteinen bestehen, die sich auf der hohen Kante, im Kreise bewegen. Endlich bedient man sich der Schrotmühlen (moulins à noix), die indeß nur bei milden Erzen in Anwendung kommen dürfen und aus einem conisch geformten gerippten Cylinder bestehen, der sich in wagerechter Richtung in einem Gefäße bewegt, dessen Wände gleichfalls gerippt, und welche an der oberen Hälfte 0,06 und unten 0,01 M. von dem beweglichen Kerne entfernt sind. Die Erze werden oben aufgegeben und gehen unten heraus, müssen aber, wie gesagt, von keiner sehr harten Beschaffenheit sein, da sonst ein häufiger Bruch der Maschine zu befürchten wäre.

Sind so die Pocherze durch irgend ein Verfahren in rösches, mittleres und zähes Korn separirt, so muß dieses Haufwerk einer neuen Arbeit unterworfen werden, um das eigentliche Erz von der Bergmasse in den einzelnen Abtheilungen zu trennen. Dies geschieht durch das Waschen oder das Siebsetzen.

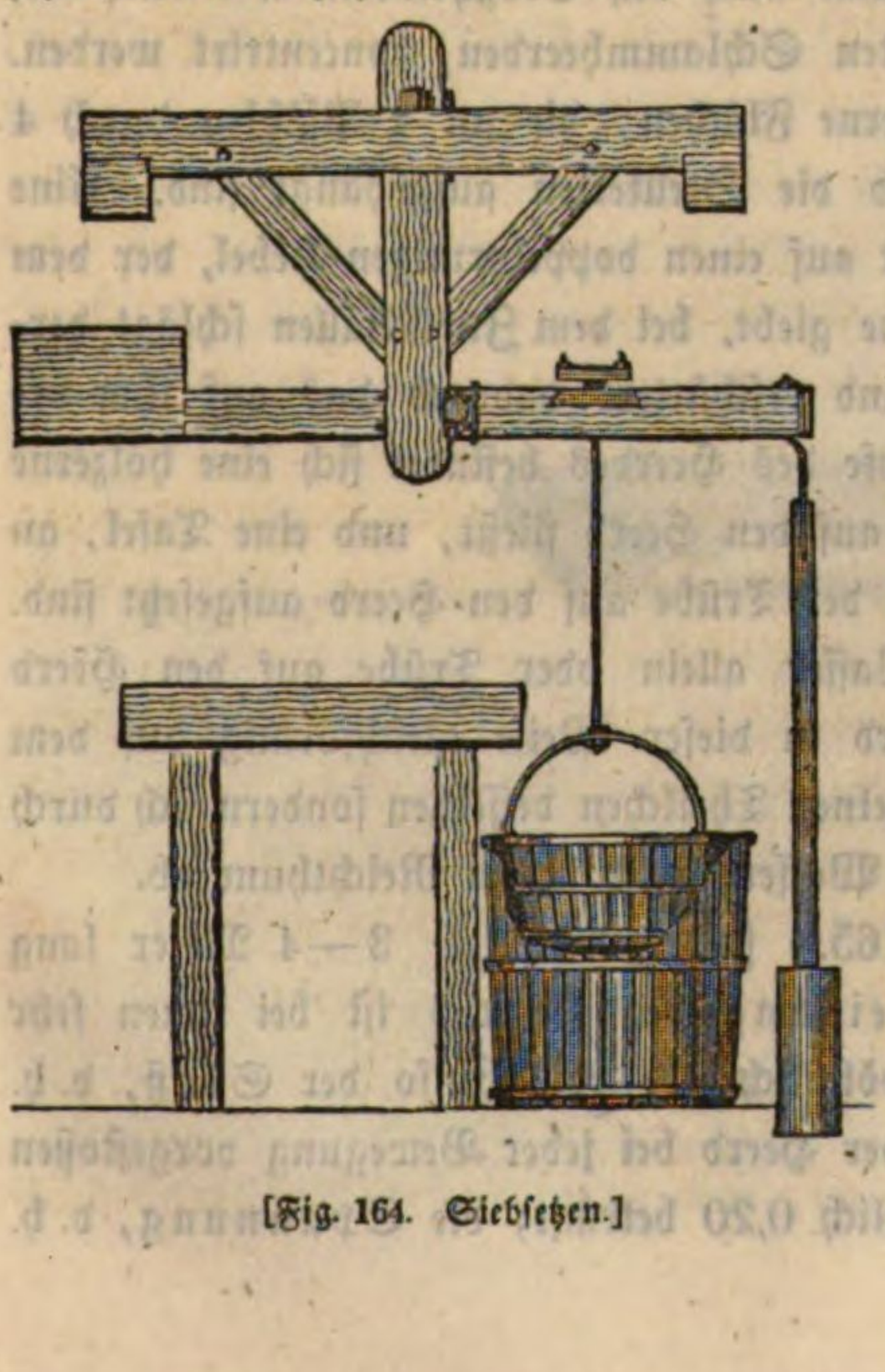
Siebsetzen und Waschen der Erze.

Bei der Aufbereitung der Erze hat man ganz insbesondere darauf

zu sehen, die größtmöglichste Menge von röschem Korne zu erhalten, denn bei diesem lassen sich die Erztheile von den Bergen bei weitem leichter trennen, als dies mit den Schlichen der Fall ist. Der Waschproceß oder das Siebsetzen beruht auf dem Unterschiede des speciellen Gewichts. Diese Unterschiede können aber bei den feinen Schlichen ungleich schwieriger hervortreten, da die einzelnen Erzkörnchen mit dem Wasser und den Gangmassen adhäriren, und dies sowohl auf der Capillarität als auch auf der unregelmäßigen Form der Körner beruht.

Am einfachsten werden die Erze durch das gewöhnliche Handsetzen gewaschen. Dies geschieht nämlich nach erfolgter Anfüllung eines Kübels mit Haufwerk und Wasser durch ein Auf- und Niederstoßen desselben und eine dadurch hervorgebrachte Bewegung des Setzwerkes. So werden sich dann die schwereren und folglich reicheren Theilchen unten absetzen, die leichteren aber mehr nach oben lagern. Auf diese Weise wusch man den Goldsand in der Rhone, Ariège u. s. w., und es ist dies Verfahren in der That rücksichtlich seiner Resultate eben so vollkommen, als jedes andere, aber es verlangt ungleich mehr Arbeiterlohn; man wendet deshalb statt seiner für das röschere Setzwerk die Setzsiebe und Stoßheerde oder Schlämmgraben, und für die zähere die Kehrheerde an.

Bei dem Siebsetzen werden nicht allein die Körner von verschiedener Größe, sondern auch von verschiedenem Gehalte ausgesondert. Dies geschieht in einem Siebe oder Kasten, dessen Boden aus einem engen Drahtgitter besteht, und das in ein großes mit Wasser angefülltes Faß hineingesetzt wird. Man giebt dem mit Erz angefüllten Siebe durch die Hand oder durch einen Hebel mit Gegengewicht eine auf- und niedergehende Bewegung (Fig. 164.). Die feinsten Theilchen gehen zuerst durch den Siebboden und legen sich an den Boden des Setzfasses nieder; durch das bei jeder Bewegung in das



[Fig. 164. Siebsetzen.]

Setzsieb hineinströmende Wasser werden die Körner um so eher emporgehoben, als sie leichter sind, und lagern sich deshalb, je nach ihrem specifischen Gewichte, in dem Setzsiebe ab.

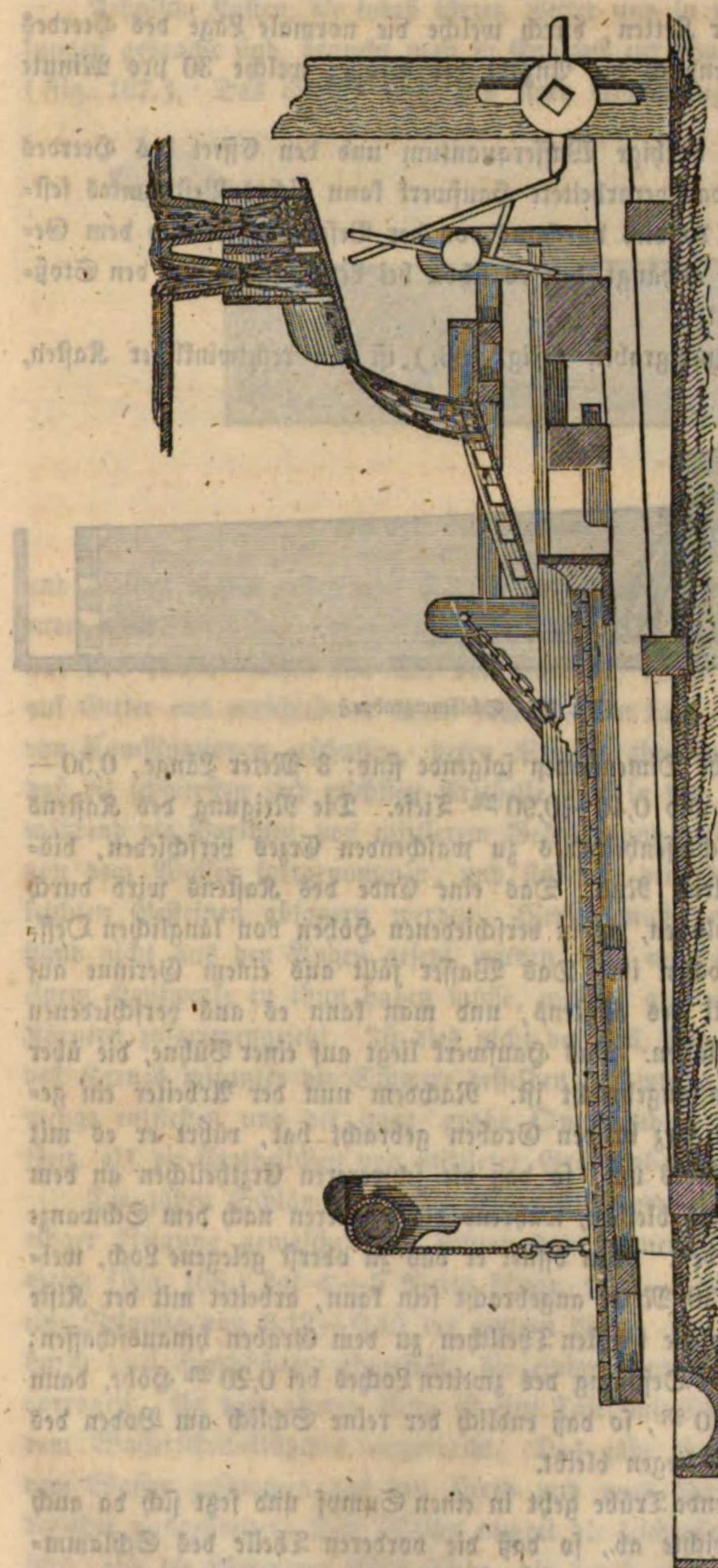
Wenn z. B. das Setzwerk aus Quarz, Schwerspath, Schwefelkies und Bleiglanz besteht, so werden sich diese Substanzen in folgender Ordnung ablagern:

	spec. Gewicht.
Quarz	2,69
Schwerspath . .	4,40
Schwefelkies . .	4,80
Bleiglanz . . .	7,50

Sobald sich diese Schichten abgelagert haben, zieht der Arbeiter die tauben Gesteinskörner von der Oberfläche ab, concentrirt so das Erz und hält dann mit Wiederholung dieser Arbeit an, wenn dieselbe ohne Erzverlust nicht mehr von statten geht. Die Arbeiter erlangen sehr leicht die nöthige Fertigkeit, um das Setzwerk dahin zu bringen, daß es als schmelzwürdig an die Hütte abgeliefert werden kann. In einzelnen Gegenden giebt man den Setzsieben eine conische Form, und erleichtert dadurch die Separirung des Setzwerks, weil das Wasser durch das untere Sieb eindringt, und je mehr nach oben, eine desto geringere Geschwindigkeit erhält.

Das rösche Haufwerk kann auch auf Stoßheerden oder auch auf stehenden Heerden, sogenannten Schlammheerden, concentrirt werden. Die Stoßheerde sind hölzerne Flächen, die an 4 Pfählen durch 4 Ketten, die Spannketten und die Stellketten aufgehängt sind. Eine Welle mit Däumlingen drückt auf einen doppelarmigen Hebel, der dem Heerde einen Stoß nach vorne giebt, bei dem Zurückfallen schlägt derselbe gegen einen Prellkopf und erschüttert dadurch das auf ihm befindliche Haufwerk. Am Kopfe des Heerdes befindet sich eine hölzerne Lutte, durch die das Wasser auf den Heerd fließt, und eine Tafel, an der Klötzchen zum Vertheilen der Trübe auf den Heerd aufgesetzt sind. Man kann nach Willkür Wasser allein oder Trübe auf den Heerd bringen. Das Haufwerk wird in dieser Weise gleichförmig auf dem Heerde vertheilt, und die einzelnen Theilchen desselben sondern sich durch den Stoß und die Hilfe des Wassers nach ihrem Reichthum ab.

Die Stoßheerde (Fig. 165.) sind gewöhnlich 3—4 Meter lang und 1,30 M. breit. Die Neigung des Heerdes ist bei ihnen sehr verschieden, und beträgt gewöhnlich $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{25}$; ebenso der Stoß, d. h. die Entfernung, auf welche der Heerd bei jeder Bewegung vorgestoßen wird, und welche durchschnittlich 0,20 beträgt; die Spannung, d. h.



[Fig. 165. Stoßherd.]

die Neigung der Ketten, durch welche die normale Lage des Heerdes bedingt wird; endlich die Anzahl der Stöße, welche 30 pro Minute beträgt.

Ueber das nöthige Wasserquantum und den Effect des Heerdes in Bezug auf das verarbeitete Haufwerk kann nichts Bestimmtes festgestellt werden, da dies durchaus von der Beschaffenheit und dem Gehalte des Erzes abhängt, den es schon bei der Aufgabe auf den Stoßheerd gehabt hat.

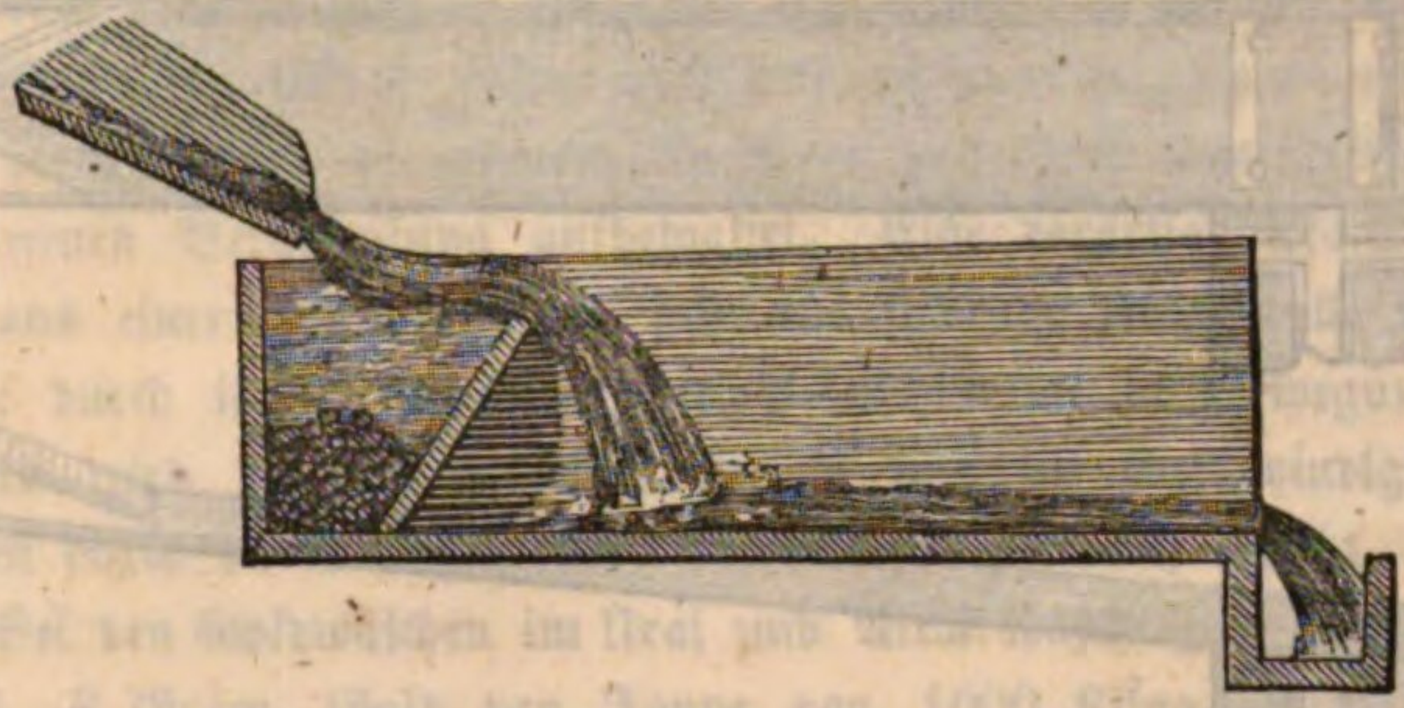
Der Schlämmgraben (Fig. 166.) ist ein rechtwinkliger Kasten,

[Fig. 166. Schlämmgraben.]

dessen gewöhnliche Dimensionen folgende sind: 3 Meter Länge, 0,50—1 Meter Breite und 0,40—0,90 M. Tiefe. Die Neigung des Kastens ist nach der Beschaffenheit des zu waschenden Erzes verschieden, bisweilen ist sie gleich Null. Das eine Ende des Kastens wird durch eine Wand geschlossen, die in verschiedenen Höhen von länglichen Oeffnungen durchbrochen ist. Das Wasser fällt aus einem Gerinne auf den oberen Theil des Kastens, und man kann es aus verschiedenen Höhen einfallen lassen. Das Haufwerk liegt auf einer Bühne, die über dem Wasserkasten angebracht ist. Nachdem nun der Arbeiter ein gewisses Quantum Erz in den Graben gebracht hat, rührt er es mit einer Kiste mehrmals um, so daß die schwereren Erztheilchen an dem Kopfe des Grabens bleiben, während die leichteren nach dem Schwanze zu getrieben werden. Nun öffnet er das zu oberst gelegene Loch, welches z. B. bei 0,30 Meter angebracht sein kann, arbeitet mit der Kiste fort und wird so die feinsten Theilchen zu dem Graben hinausschaffen; hierauf erfolgt die Oeffnung des zweiten Loches bei 0,20 M. Höhe, dann die dritte bei 0,10 M., so daß endlich der reine Schlich am Boden des Schlämmgrabens liegen bleibt.

Die abfließende Trübe geht in einen Sumpf und setzt sich da auch nach ihrem Gewichte ab, so daß die vorderen Theile des Schlammvorraths einen durchschnittlich gleichen Werth mit dem Schlich in dem Schlämmgraben haben.

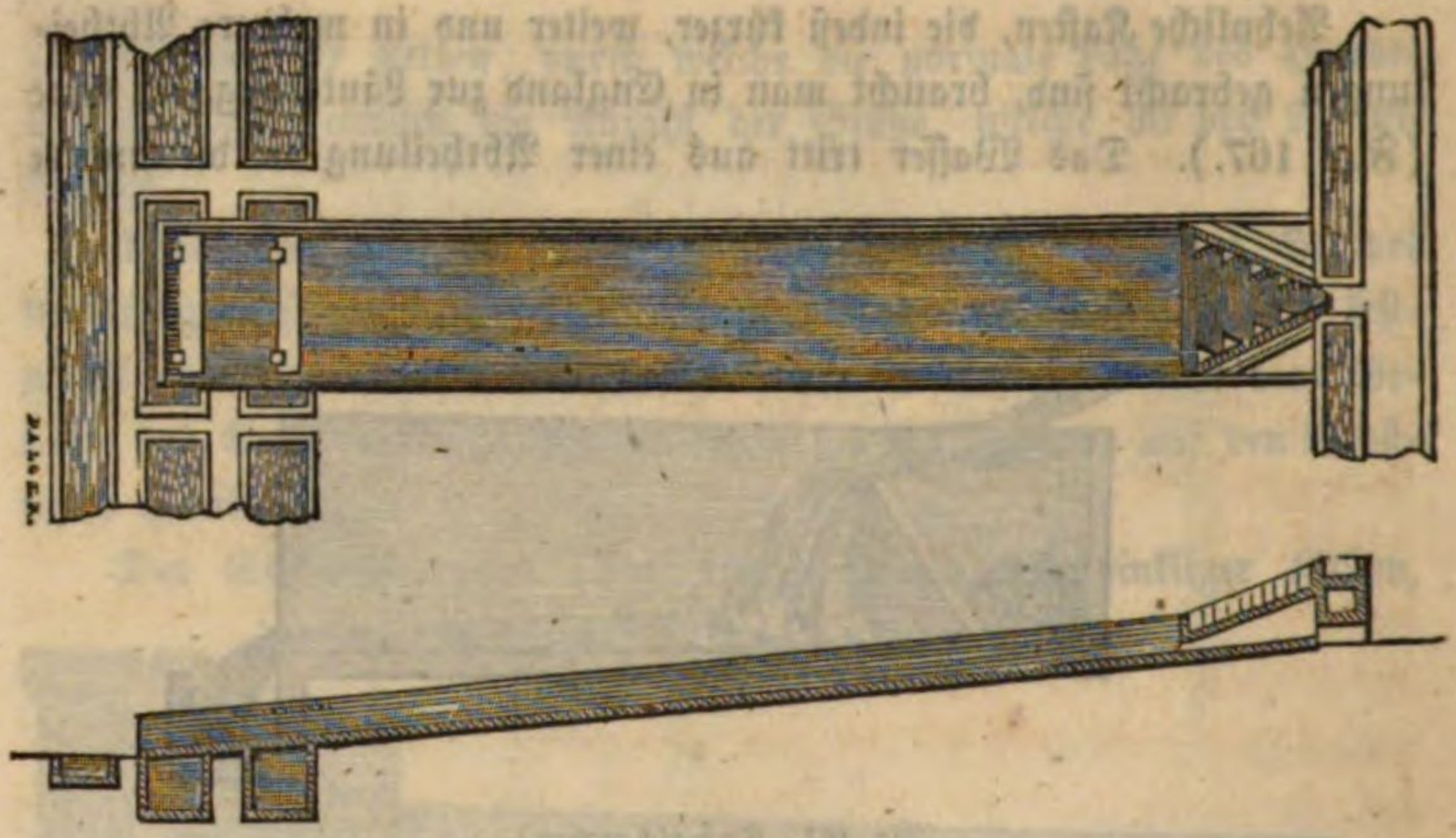
Aehnliche Kasten, die indeß kürzer, weiter und in mehrere Abtheilungen gebracht sind, braucht man in England zur Läuterung der Erze (Fig. 167.). Das Wasser tritt aus einer Abtheilung in die andere



[Fig. 167. Erzwaschgraben.]

und beginnt in der ersten eine Separirung, welche in der zweiten vollendet wird; bisweilen sind diese Kasten einer über dem andern gestellt, und das Wasser bildet eine Art von Caskade, deren einzelne Absätze auf Gitter von verschiedener Weite fallen. Man kann hier eine Menge von Combinationen erschaffen, deren Princip aber immer sein wird, daß die schwersten und reichsten Erztheile stets in dem Kasten bleiben, während die Parthien von mittlerem Gehalte und geringerer Schwere von dem Wasser fortgenommen, und sich vor den tauben und ganz leichten Gesteinen ablagern werden. Hierbei muß der wichtige Umstand nicht aus den Augen gesetzt werden, daß man es hier nur mit einem Haufwerke zu thun haben müsse, welches aus ungefähr gleichen Körnern zusammengesetzt. Ist dies nicht der Fall, so vertritt die Größe des Kornes mitunter die Schwere desselben; es würde daraus ein Gemenge entstehen und der ganz grobe Quarzsand z. B. zu derselben Zeit, als die Erztheilchen von mittlerer Größe abgelagert werden.

Die zähen Schlämme werden auf feststehenden Heerden von geringer Neigung gewaschen; sie führen den Namen Kehrheerde. Der Heerd (Fig. 168.) hat 4—5 Meter Länge, 1,50 – 1,80 M. Breite und eine Neigung von 0,12—0,15 der ganzen Länge. Er ist an der Seite durch zwei Heerdbäume eingefaßt, die einige Centimeter darüber hervorragen. An dem oberen Ende ist eine Tafel mit Stellklötzchen neben dem Wasserscheideklötzchen angebracht. Das zähe Haufwerk tritt mit dem Wasser zusammen auf den Heerd und wird durch den Arbeiter darüber ausgebreitet. Das Wasser nimmt die leichtesten Theilchen mit fort, und die schwereren Erztheilchen, die durch eine querüberliegende 3—4 Centimeter hervorragende Leiste aufgehalten werden, bringt man



[Fig. 168. Kehrheerd.]

durch eine Kiste wieder nach oben zurück, um sie von Neuem herunter rollen und sich reinigen zu lassen; sind die Schlämme bis auf einen gewissen Grad concentrirt, so wird die erste Oeffnung in dem Heerde aufgethan und der Schlich fällt in einen Kasten, der unter dem Heerde steht. Die auf dem Heerde noch befindlichen Schlämme werden von Neuem concentrirt und in die letztere Oeffnung eingebracht. So separirt man das Haufwerk in reiche Schliche, arme Schliche und in Schlämme. Die Schlämme werden in einen Sumpf geführt, von dessen oberen Ende dieselben von Neuem genommen und gewaschen werden.

In Sachsen hat man sich der Leinewand bedient, welche man auf den Heerden ausbreitete, um dadurch die Erztheilchen leichter zurückzuhalten. Diese Theilchen haben in der That eine eckigere Form als die kleinen Gesteinskörnchen, und werden deshalb auf der Leinwand eher zurückbleiben. Die Leinwand wird nach jeder Wäsche abgenommen und von den Erztheilchen befreit.

Bei den Goldwäschen weicht das Verfahren etwas ab, weil es sich eben nur darum handelt, schon in Körnern von einander abgesonderte Substanzen ohne vorheriges Pochen gänzlich zu isoliren. Der Goldsand ist entweder thon- und eisenhaltig oder er besteht aus wirklichem Sand und Geröllen von verschiedener Größe. In dem ersteren Falle bedarf es einer vorherigen Schlämmung, welche man auch in der Nähe des Fundortes anstellen muß. In dem zweiten Falle aber hat man nur nöthig, den Sand durch Siebe zu separiren, die größeren Gerölle abzusondern und so einen feineren Sand zu erhalten, in

dem sich alle Goldplättchen concentrirt finden. Das eigentliche Waschen geschieht nun in besonderen Wäschen, und man bedient sich hierbei der Schlammgräben und Heerde, die wir oben beschrieben oder auch besonderer Vorrichtungen, wo man ein gewisses Quantum Sand in mit Wasser angefüllten Kästen oder Tonnen umrührt, die oberen Parthien fortwirft und die unteren, in denen das Gold concentrirt ist, zu einer neuen Verarbeitung aufbewahrt. Eine derartige Maschine besteht aus einer Tonne, in der sich eine stehende Flügelwelle befindet, welche durch ihre Umdrehung die Goldschlämme in Bewegung setzt. Oefters wird die Tonne selbst bewegt und die Geschwindigkeit der Massen durch die Benutzung der Centrifugalkraft noch erhöht.

Bei den Goldwäschen im Ural und Altai wäscht man einen Sand, der 2—8 Gram. Gold pro Tonne von 1000 Kilog. enthält. Der durchschnittliche Gehalt beträgt 4 Gram., und unter 2 Gram. kann der Sand nicht mehr gewaschen werden. Ein Arbeiter kann in Gräben und auf Stoßheerden eine Tonne, und $1\frac{1}{2}$ bis auf $\frac{1}{36}$ ihres Gewichts concentriren; würde er durch eine Maschinenkraft unterstützt und mit besseren mechanischen Vorrichtungen arbeiten, so könnte er leicht das Doppelte erzeugen. Der zurückgeworfene Sand enthält noch 5 Milligram. Gold pro Tonne.

Der Goldschlich besteht also aus $\frac{1}{36}$ der ursprünglichen Masse. Durch andere Arbeiter wird derselbe auf Heerden oder durch Handsetzen sorgfältig verwaschen. Enthält der Sand zu viel fremde metallische Substanzen, die sich schwer von dem Golde trennen lassen und deren mechanische Trennung einen ansehnlichen Verlust des edlen Metalles zur Folge haben würde, so unterwirft man die Schliche bei einem gewissen Concentrationsgrade der Amalgamation.

Die meisten amerikanischen Goldwäschen werden mit Ausnahme der brasilianischen auf eine äußerst unregelmäßige Weise betrieben. Der Goldsand ist am Fuße der Cordillieren in einzelnen begränzten Lagern abgelagert. Die Eingeborenen nennen eine solche Bank bonanza und sobald man eine derselben aufgefunden hat, stürzen eine Menge Indianer und Menschen aller Art darüber her, um das Gold daraus zu gewinnen. Da an diesen Stellen das Wasser bisweilen sehr selten ist, so wird der grobe Goldsand zuerst durch ein Gitter geworfen und dann ganz einfach durch Seidensiebe geschlagen, wo die Goldplättchen zurückbleiben.

Vergleichende Kosten bei der Aufbereitung.

Sind die Geschicke bis auf einen gewissen Grad concentrirt, so

muß man mit der weiteren Aufbereitung inne halten, da die Waschkosten und insbesondere die wachsenden mechanischen Erzverluste ebenso beträchtlich und noch beträchtlicher werden, als eine Verhüttung verhältnißmäßig ärmerer Haufwerke oder der Transport einer voluminöseren Erzmenge nach dem Verkaufsorte der Erze kosten möchte. Eine genaue Bestimmung hierüber kann indeß nur nach der localen Lage der Dinge gegeben werden, da dies offenbar von der Beschaffenheit des Erzes, der Aufbereitungskosten und des Metallpreises abhängt. In Cornwall concentrirt man die Kupfererze nicht über 8%. Dies wäre in den Gegenden, wo die Verhüttung mit größeren Kosten verknüpft ist, offenbar zu wenig. Herr Fournet bereitet in Pongibaud den silberhaltigen Bleiglanz so weit auf, daß die Schliche 30 – 40° reines Erz enthalten.

Man kann die Aufbereitungskosten bei Anwendung von hydraulischen Kräften pro Cub. Met. zu 7—10 Fr. annehmen.

Natürlich variiren die Kosten sehr nach dem Gehalte der Erze, der Beschaffenheit der Gangmassen und dem Grade, bis zu welchem man den Schlich concentrirt. Die Kosten bestehen indeß hauptsächlich in Generalkosten, in Unterhaltungskosten der Maschinen und des Materials, denn die directen Kosten sind die geringsten und betragen für die meisten Blei- und Zinnerze für den Cub. Meter kaum 2—3 Fr.

Wir theilen über diesen Gegenstand die Notizen mit, welche Herr Manés aus Sachsen mitgebracht hat. Diese genauen und gründlichen Arbeiten werden am besten unsere Ansicht hierüber feststellen können.

Die Zinnerze kommen in sehr harter Gangmasse auf das feinste vertheilt vor und müssen deshalb zu sehr zähen Schlämmen aufbereitet werden. Das aus der Grube geförderte Erz enthält nur 1% Schlich mit 50% Zinn; bei den Geyerschen Erzen hat man folgende Selbstkosten für das dargestellte Zinn berechnet:

Cub. Met. Erz	7,54	
Gewonn. Schlich	100	Kilog.
Förderkosten	148,30	Fr.
Transport und Aufbereitung	114,20	=
Verhüttung	2,80	=
Totalkosten pro Ctr. Zinn .	264,70	=

Es hängt also allein von den Aufbereitungskosten ab, ob man dieses oder jenes anstehende Erz, dessen Gehalt man nach dem Anscheine annäherungsweise bestimmen kann, gewinnen darf oder nicht. Man hat deshalb so viel als möglich diese Kosten zu vermindern gesucht und zu dem Zwecke die beiden Waschmethoden auf Stoß- und Plan-

heerden sorgsam verglichen. In Altenberg wurden hierüber specielle Versuche angestellt, deren Resultate in den beiden nachfolgenden Tabellen aufgezeichnet sind:

Pocherz.	Zeit	Stempelanzahl.	Directe Pochkosten.	
			in Summa.	pro Tonne.
1232 Tonnen.	3192 Stund.	24	228 Fr.	0,185 Fr.
1207 =	3192 =	24	251 =	0,207 =

Dieselben Quanten gaben nun nach den beiden Waschmethoden die nachstehenden Resultate:

Pocherz.	Waschzeit.	Erhaltener Schlich		Waschkosten.		
		in Summa.	pro Tonne.	in Summa.	pro Tonne Erz.	pro Tonne Schlich.
6 Arbeiter auf 2 Stoßheerden	2442	7497 Schl.	6,83 Kil.	888 Fr.	0,720 Fr.	118,40 Fr.
8 Arbeit. auf 2 Planheerden.	2706	6881 =	5,69 =	988 =	0,818 =	143,70 =

Hieraus folgt, daß die Arbeit auf den Stoßheerden in dem Verhältniß von 5 : 6 räscher geschieht, und daß auf denselben Heerden die Kosten in dem Verhältniß von 10 : 16 geringer sind, daß indeß der auf den Planheerden erhaltene Schlich um $\frac{1}{20}$ reiner ist.

In dem Eibenstocker Thale im Erzgebirge wäscht man Seifen, die aus der Zertrümmerung von granitischem und schiefrigem Gestein entstanden sind, und in denen sich reiche Gerölle von Zinnoxyd und kleinere Körner desselben Erzes vorfinden; nach Herrn Manés hat ein dortiges Seifenwerk unter folgenden Verhältnissen gearbeitet:

Waschkosten	1825 Fr.
Beaufsichtigung	640 =
Ausscheiden der größeren Gerölle und Transport zum Pochwerke	299 =
Poch- und Waschkosten der Gerölle	325 =
Holz-, Eisen- und Gezähe-Consumtion	429 =
Verhüttung des Schlichs	414 =
Generalkosten	1345 =
Summa	5177 Fr.

Dafür wurden 1951 Kilog. Zinn producirt, deren Selbstkosten mithin pro Kilog. 2,72 Fr. betrugen, welches aber ein Preis ist, wobei

durchaus nichts zu gewinnen ist und das Werk nur mit Verlust arbeiten kann.

Bei der Aufbereitung der Erze beabsichtigt man nicht allein eine Concentrirung derselben, behufs einer besseren und billigeren Verhüttung, sondern man will auch gleichfalls das Haufwerk vermindern und dadurch die Transportkosten geringer stellen. Da es nun wenige Gänge giebt, die für sich allein fortwährend eine Hütte beschäftigen könnten, so folgt hieraus, wie in einzelnen abgelegenen Bergwerksrevieren ein dort errichtetes Hüttenwerk nur während einiger Monate im Jahre arbeiten könnte und während der Rastzeit also die Zinsen eines unbenutzt liegenden Capitals an Material und Leuten verloren geht. Da ferner die Errichtung und Organisation einer Schmelzhütte mit großen Kosten verknüpft ist und die Besitzer kleinerer Bergwerke dergleichen nicht tragen könnten, so befinden sich solche Gruben, in deren Nähe keine andere Hütte belegen ist, unter sehr mißlichen Verhälnissen. Deshalb hat man in den metallischen Districten, wo ein lebhafter Grubenbetrieb stattfindet, ein oder mehrere große Hüttenwerke erbaut, die von all' den einzelnen Gruben ihre Erze empfangen, und so das ganze Jahr über nicht nur überhaupt, sondern auch mit ungleich geringeren Kosten arbeiten können, als wenn eine jede Grube vielleicht ihre besondere Hütte gehabt hätte.

Durch die Aufbereitung erhalten die geförderten Erze erst ihren Handelswerth. In Cornwall, Sachsen und dem Harze macht man die Tage öffentlich bekannt, wo das Erz auf der Grube verkauft werden soll. Die Käufer kommen nun an einem bestimmten Tage zusammen und finden den Schlich in regelmäßige Haufen geschüttet, die hierauf umgewendet und durch einander gearbeitet werden, so daß ein kleines hiervon entnommenes Quantum den durchschnittlichen Gehalt des ganzen Schlichhaufens angeben mag. Dieses Quantum thut man in Säcke, die versiegelt werden, und stellt damit die Versuche an, nach deren Resultat Verkäufer, Käufer und Grubensteiger den Kauf abschließen. Zuvörderst zieht man den Feuchtigkeitsgehalt ab und dann stellt man das Metall dar; im Falle einer Nichtübereinstimmung der Proben wird eine neue Probe durch einen Andern vorgenommen. Bei der Abschließung des Kaufes liegen folgende Zahlen zu Grunde. Es handele sich z. B. um Kupfererze, und der bestimmende Kupferpreis (standard) sei in diesem Augenblicke 2550 Fr. für die Tonne. Der Gehalt des Erzes gleich 8%, der Gehalt der Tonne folglich 80 Kilog., d. h. gleich 212 Fr. Die Nebenkosten, d. h. die Transportkosten Brennmateralien, Arbeitslohn und die hüttenmännischen Genralkosten

sind bekannt und betragen in Cornwall pro Tonne Kupfererz 69,50 Fr. Der Preis des Erzes von 8% wäre folglich 152 Fr., hierbei bleibt indeß die Beschaffenheit der Gangmassen noch und auch das zu berücksichtigen, ob mit den Kupfererzen andere fremdartige Substanzen, wie die Blende und der Mißpickel, brechen, wodurch der Werth des Erzes natürlich vermindert wird.

Vierzehntes Capitel.

Allgemeine Bemerkungen über den Grubenbau.

Bei keinem Gewerbe ist eine eigenthümliche Fähigkeit zum Betriebe desselben mehr erforderlich, wie bei dem Bergbaue. Wenn man eine Grube in voller Thätigkeit sieht, so erscheint die Erschaffung der letztern mit eben keinen großen Schwierigkeiten verknüpft gewesen zu sein, und kaum erkennt man in den scheinbar so einfachen Vorrichtungen, daß sie das Resultat unendlicher Anstrengungen sind, zu dessen Erreichung die tüchtigsten Köpfe mitwirken mußten, und daß erst eine lange Zeit darüber verstrich, ehe man nach vielen Arbeiten gedeihliche Früchte einernten konnte. So sieht man denn auch in vielen Gegenden einen Bergbau in Betrieb kommen, der durch die Natur eben nicht begünstigt, der auf Gängen oder Lagern geführt wird, welche weder mächtig noch reich genannt werden können, und der dennoch außerordentlichen Gewinnst abwirft, während an anderen Orten der Bau auf bei weitem reicheren Lagerstätten kaum sein kärgliches Dasein fristen kann. Das hat aber in der Fähigkeit, dem Talente der Arbeiter seinen Grund — der Arbeiter im weiten Sinne des Wortes.

Der Mineralreichthum einer Gegend muß für seine Bewohner eine Quelle des Wohlstandes sein; das wenigstens findet in Frankreich statt, wo dessen Kohlengruben ein thätiges und kräftiges Leben hervorriefen; das trat in Cornwall hervor, in Sachsen und da überall, wo der Bergbau auf normalen und in die Zukunft blickenden Prinzipien basirt wird. Und dennoch giebt es Gegenden, deren Bergbau dem Volke nur Trauer und Leid bereitete, da er eben nicht jene Basis hatte und auf eine Weise geführt ward, die den Todeskeim schon in

sich trug. Die amerikanischen Gruben liefern hiervon ein treffendes Beispiel; denn durch ihren Betrieb wurden die von den Spaniern zur Bergarbeit gezwungenen Eingeborenen fast gänzlich vertilgt.*)

Der Grubenbau erzeugte zuerst jene Unmenschlichkeiten, welche leider noch nicht ganz verschwunden sind und die in dem Zwange eines gewissen Theiles der Bevölkerung zur Grubenarbeit bestehen, ein Zwang, der zu den größten Ungerechtigkeiten Anlaß geben kann und offenbar die Zeiten der schändlichsten Sclaverei ins Gedächtniß zurückruft. Die Vortheile, welche man in England von den Arbeiten der Frauen und Kinder in den Gruben zieht, sind wahrhaft für die Nation entehrend und von der Art, daß wir lieber die Reichthümer von Walles und Newcastle entbehren wollten, als einen solchen Flecken auf unseren Einrichtungen haften sehen.**)

Die erste Pflicht einer Bergwerkscompagnie besteht also bei Vertheilung der Arbeit nicht in der Wahrung ihres eigenen Interesses, sondern auch des der Arbeiter. Dadurch wird der letztere um so mehr an die Compagnie gefesselt und in seinem Wirkungskreise so viel als möglich zu deren Gedeihen beitragen, und so sind die Verhältnisse in Cornwall, in Deutschland und selbst in den meisten französischen Gruben, wo die Arbeit den Bergleuten in's Gedinge gegeben wird.

---

*) Die Indianer wurden zu der Grubenarbeit gezwungen, und nach und nach hierzu einberufen. Zu Anfange legte man denselben eine Schichtarbeit auf, die den Kräften eines Mannes proportional war, aber bei der immer wachsenden Ausdehnung des Betriebes, bei dem Tieferwerden der Gruben, konnte der einzelne Mann das nicht mehr leisten, was früher von ihm gefordert wurde und mußte seine ganze Familie zur Hilfe nehmen, um das ihm auferlegte Geschäft zu beenden. Das ward mit jedem Jahre entsetzlicher, und bald wurden jene unglücklichen Indianer so durch Arbeit, Schläge und Entbehrungen aller Art gepeinigt, daß sie während der Schicht starben. Die Gruben von Potosi sind auf solche Weise betrieben und haben mehr als 5 Milliarden Fr. Ausbeute geben; heute findet jene Sclaverei nicht mehr statt, die Production ist aber auch fast Null und beschränkt sich auf die Förderung der alten Berge.

**) Allerdings kann man durch eine derartige Sclaverei ein billigeres Product als durch eine freiwillige und gehörig vertheilte Arbeit liefern, wie sie in unseren Gruben stattfindet. Aber ist es deshalb nicht die Pflicht aller gerechten Regierungen, ihre eigene Völker durch Schutzzölle vor der Einfuhr von Producten zu bewahren, die auf so entehrende Weise zu so billigem Preise hergestellt werden? Ein mäßiger Schutzzoll auf Steinkohlen gewährt in Frankreich eine Garantie für die Moralität des Grubenbetriebes; würde er aufgehoben, so wäre dadurch dem englischen Unwesen auch auf dem Continente Thor und Thür geöffnet.

Die Bergwerksadministration muß so einfach wie möglich sein.

Der Director oder Bergwerksingenieur bestimmt die auszuführenden Bauten, setzt die Lage und Richtung der abzuteufenden Schächte oder zu treibenden Strecken und Stollen fest, giebt deren Dimensionen und ordnet deren Betrieb an. Seine Gegenwart ist stets nothwendig, um zu beobachten, ob man der gegebenen Directionslinie nachgekommen sei, die vorgeschriebene Zimmerung und Mauerung eingebracht habe, und um die weiteren speciellen Anordnungen über und unter Tage zu treffen.

Der Obersteiger (maitre mineur) steht zwischen den Bergleuten und deren Director gleichsam in der Mitte, weist den ersteren die Arbeit an, nimmt deren Arbeit ab, bewacht die Förderung und sieht zu, daß zwischen den einzelnen Arbeitsklassen eine gegenseitige Controlle stattfinde. Vor dem Orte z. B. laden die Schlepper ihre Kübel mit den gewonnenen Mineralmassen und bringen sie in die Förderstrecke, wo sie von den Hundestößern in Empfang genommen und auf Hunden oder Wagen unter den Schacht gebracht werden. Der Anschläger ladet sie in Fördertonnen, legt auf jede Tonne das Zeichen der Abbaustrecke, von wo sie kommen, so daß man über Tage genau die Punkte weiß, von wo die geförderten Massen herrühren.

Nunmehr muß auch vor Ort die Arbeit vorgerichtet werden, so daß jeder Arbeiter das Seinige hat; wenn die Arbeit im Schichtlohne steht, so steht jede Abbaustrecke unter der Aufsicht eines Untersteigers (porion), der dem Häuer das Ort zumißt und die Arbeit bezeichnet, welche er vor dem Ausfahren beendigen muß; die Schicht ist gewöhnlich achtstündig. Wenn der Häuer seine Arbeit vor Ablauf der Schicht beendigt hat, so kann er abfahren, findet indeß das Gegentheil statt, so wird ihm von seinem Lohn eine verhältnißmäßige Summe zurückgehalten.

Gewöhnlich arbeiten die Häuer im Gedinge. Um dasselbe zu bebestimmen, giebt der Fahrsteiger (contre maitre) eine Uebersicht von den auszuführenden Arbeiten. Der Director controllirt das Mitgetheilte, stellt die Bedingungen fest und theilt die Arbeit zu. Der Lohn wird entweder nach dem aufgefahrenen Orte oder nach der geförderten Menge bezahlt.

In dieser Art gestaltet sich die Lage der Dinge in den Ländern immer mehr, wo ein schwunghafter Grubenbetrieb die Bergleute mit den Arbeiten bekannt macht. Die Häuer verbinden sich in Compagnien, setzen die Bedingungen unter sich fest, und erwählen alsdann einen Entrepreneur, der in ihrem Namen die Arbeit übernimmt. Mitunter

übernehmen derartige Arbeitercompagnien nicht allein die Häuerarbeiten, sondern auch die Förderung; in Cornwall geht dies selbst so weit, daß die vereinigten Bergleute die Bedingung eingehen, das Erz zu einem gewissen Gehalte zu liefern, so daß sie nicht eher Rechnung abschließen können, bevor nicht das zu Tage gekommene Erz aufbereitet und tarirt worden ist. In den Gegenden, wo die Klasse der Arbeiter nicht genug mit den Grubenarbeiten vertraut ist, um sich in solche Verhältnisse einlassen zu können, stellt man ein Minimum von Schichtlohn fest, welches der Häuer in jedem Falle verdienen muß, wenn auch sein Gedinge zu niedrig gemacht worden ist. Man muß aber so viel als möglich die Gedingearbeit einzuführen suchen, um das Interesse der Bergleute mit dem der Grube zu vereinigen, wobei indeß das Lohn des Häuers nicht von den Handelsverhältnissen, sondern nur von dem Werthe der Fördermassen auf der Halde abhängen darf. In dieser Weise wird in allen Theilen der Arbeit ein Eifer und eine Sicherheit allseitiger Interessen hervorgerufen, der nur zu den ausgezeichnetsten Resultaten führen kann.

In diesen allgemeinen Verein, der zwischen der Administration und den Bergleuten geschlossen wird, werden in der Regel die Zimmerleute, Maschinenwärter, Schürer und Kunstknechte nicht mit aufgenommen, aber dennoch in gewisser Weise durch Gedingearbeit an das Interesse des Ganzen gefesselt.

Eine der ersten Bedingungen, die man bei Wahl einer Abbaumethode zu berücksichtigen hat, ist die Sicherheit der Arbeiter. Was allerdings auch die Administration thun möge, so wird sie vor allen Unglücksfällen niemals bewahren können, durch eine strenge Verordnung, eine genaue Befolgung der ängstlichen Vorsichten vielen Unfällen indeß vorbeugen.

Die meisten Unglücksfälle in der Grube geschehen durch das Wasser und die schlagenden Wetter, von denen die letzteren namentlich sehr verderblich werden. Unter all' den traurigen Ereignissen, die in den Bergwerken vorkommen, nimmt das Einstürzen von Gesteinsmassen, das Verschütten oder Zertrümmern, welches im ersten Augenblicke so gefahrbringend zu sein scheint, zu dem Ganzen betrachtet, nur eine sehr kleine Stelle ein. In den französischen Kohlengruben kamen auf 144 Todte oder Schwerverwundete eines Jahres nur einer, der durch niederstürzendes Gestein verunglückt war, und für die einzelnen Gruben selbst, in denen die größte Gefahr bei den Häuer- und Förderarbeiten durch Zertrümmern zu befürchten ist, findet nur ein durchschnittliches Verhältniß von 1 : 425 statt.

Durch schlagende Wetter werden bei weitem mehr Unglücksfälle hervorgerufen, da dieses Agens um Vieles mehr um sich greift; in Belgien machten die officiellen Listen 984 Unglücksfälle in 16 Jahren bekannt, wodurch 1246 Bergleute ihr Leben verloren und 556 schwer verwundet waren, mithin 1802 Arbeiter verloren gingen. Das sind also durchschnittlich 112 pro Jahr bei einer durchschnittlichen Förderung von 30 Millionen metr. Ctr. Die größten Unglücksfälle kamen am 22sten Juni 1838 in der Kohlengrube Esperance bei Seraing (Lüttich) und am 8ten April 1839 in der Kohlengrube von Horloz bei St. Nicolas vor, die 115 Bergleuten das Leben kosteten und mehr als 80 schwer verwundet haben.

In Frankreich sind wegen der größern Vertheilung der Kohlenflötze die Unfälle weniger fürchterlich, da hier die Bergleute nicht in so großen Mengen zusammen arbeiten. In dem Becken von St. Etienne wurden in 15 Jahren 698 Bergleute getödtet oder verwundet, d. h. 45 pro Jahr; St. Etienne aber liefert den dritten Theil der französischen Kohlenproduction. Bei einer gleich starken Förderung wie in Belgien ist die jährliche Summe der in Frankreich Getödteten oder Verwundeten nur 90—100.

Ueber die Unglücksfälle in den englischen Gruben hat man nur unvollständige Nachrichten. Nach einer Untersuchung indeß, die man im Jahre 1835 angestellt hat, wurden in einem Vierteljahre 41 Arbeiter getödtet und 64 verwundet und, zwar durch 14 Vorfälle, von denen der unbedeutendste einen verwundete und der größte 11 Bergleute tödtete. Hieraus würde sich eine durchschnittliche Summe von 420 Todten oder Schwerverwundeten pro Jahr ergeben, die offenbar mit Frankreich und Belgien verglichen zu unbedeutend erscheint; wobei allerdings bemerkt werden muß, daß während der kurzen Zeit, die in England zur Berechnung der dortigen Unfälle in Gruben als Basis angenommen hat, keins der entsetzlichen Ereignisse vorkam, wie das z. B. von Wales-end-Colliery bei Newcastle, durch welches 101 Bergleute getödtet wurden.

Von so vielen zerstörenden Elementen umgeben, konnte es wohl kein Wunder sein, daß sich die Bergleute den abergläubigsten Ideen hingaben und in dieser Beziehung an den entferntesten Punkten wie in Deutschland und England übereinstimmen, wo bösen Geistern alles Uebel zugeschrieben wird, bösen Geistern, welche die Schätze der Unterwelt gegen die Angriffe des Menschen vertheidigen und ihnen Wasser, Feuer und zertrümmerndes Gestein entgegensetzen. Aus solchen

abergläubischen Ansichten resultirt ein wirkliches Uebel; sie nähren die Fahrlässigkeit, welche schon so den Bergleuten nur allzu eigen ist, und unterstützen den Leichtsinn, der sich gegen keine drohende Gefahr schützen mag.

Mit der Ausdehnung der Grubenbauten mußten sich auch die Unglücksfälle in ihnen mehren. Sieht man deshalb das Leben so vieler Menschen der entsetzlichsten Gefahr ausgesetzt, so dürfte es wohl keine Compagnie, keine Regierung geben, die hiervon nicht auf's tiefste ergriffen würden und nicht durch die allerhöchste Aufmerksamkeit den zerstörenden Einflüssen zuvorzukommen oder dieselben wenigstens zu mindern suchen.

Daher hat man auch die Unterstützungs- oder Knappschaftskassen gegründet, die durch Beiträge der Bergleute, durch Zuschüsse der Beamten, und den Fond der Grubenausbaue unterhalten werden. Diese Kassen kommen den Verwandten und den Wittwen und Kindern der gefallenen Bergleute zur Hilfe. Sie werden durch ein Collegium administrirt, dem der Director präsidirt und das aus dem Ingenieur, dem Kassirer und mehreren Obersteigern, die durch die Bergleute erwählt werden, zusammengesetzt ist. Diese Beamten setzen die Pensionen, deren Größe und Dauer nach der Beschaffenheit des erlittenen Unglücks und der Lage des verunglückten Bergmannes fest.

Berechnung der Selbstkosten.

Da eine der Hauptrücksichten beim Grubenbetriebe stets die sein wird, die Fördermassen so billig wie möglich zu Tage zu schaffen, so werden die einzelnen Theile der Administration so eingerichtet sein, daß man mit großer Leichtigkeit die Kosten der speciellen Arbeiten zu überschauen und zu prüfen vermag, um zu erfahren, was sich bei demselben vermindern und modificiren lasse. Das läßt sich von der Strecken- und Schachtförderung wie von der Wasserhaltung im Allgemeinen sagen, gilt indeß weniger von der eigentlichen Gewinnung der Fördermassen, deren Kosten sich nicht so leicht berechnen lassen und keinen allgemeinen Gesetzen unterworfen sind. Hier muß man bei jedem Schritte die Häuerkosten berechnen, den Werth der Fördermassen untersuchen und entscheiden, in welchen Richtungen der Betrieb weiter geführt werden soll.

In den Steinkohlengruben, wo das Product immer dasselbe bleibt, sind auch die Selbstkosten der Gewinnung so ziemlich gleich, so daß

man hier eher als in den Erzgruben a priori die Totalselbstkosten berechnen kann. Einige Beispiele werden hiervon eine Idee geben.

Die Selbstkosten der Steinkohlen richten sich namentlich nach der Mächtigkeit der Flötze.

In dem nördlichen Frankreich haben die Flötze eine geringe Mächtigkeit, setzen indeß in große Teufe nieder. Herr Dufrêne baute bei einer Teufe von 350 M. zwei Flötze von 0,50 M. und 0,40 M. mit 75° Fallen unter folgenden Verhältnissen ab; der Abbau des Flötzes geschieht durch Firstenbau; jede First hat 16 Meter, wovor 4 Arbeiter liegen, so daß ein jeder 4 Meter Ort hat, das er in seiner Schicht, Stempelschlag mit eingerechnet, um 1 Meter vorwärts bringen muß, dafür 1 Fr. 50 Ctr. erhält und von zwei Kindern, die 0,75 Fr. erhalten, die Stempel zugetragen und die Kohle von Ort weggeschafft bekommt.

Zwischen jeder Firste wird eine Strecke offen erhalten, die 1,20 M. auf 1 Meter hat; in diese Strecken mündet nun ein Stollloch, das auf der anderen Seite mit der großen Förderstrecke communicirt; die Kohlen schafft man vom Orte nach der oberen Strecke und von da in die Förderstrecke, wo sie in große Hunde geladen und auf Schienenwegen nach dem Schachte gefördert werden. Die große Förderstrecke ist 1,50 M. hoch und 1,20 M. breit. Den Schleppern, welche die Kohle von der oberen Strecke bis zu dem Stollloche und von da hinab nach der großen Strecke transportiren, zahlt man für 360 gehäufte Hectolit. à 108 Kil. auf 15—18 Meter 1,60 Fr., den Förderleuten in den großen Strecken 1,16 Fr. für 360 Hectolit. auf 40 Meter.

Außer diesen Arbeitern beschäftigt die Grube noch:

1) die Häuer, welche die oberen Strecken treiben, wozu das Liegende nachgerissen wird. Sie erhalten 2 Fr. pro Meter.

2) Die Gesteinshäuer zum Betriebe der großen Förderstrecken; diese erhalten 5,50 Fr. pro Meter und 10 Fr. an den Stellen, wo das Gebirge verworfen und das Gestein härter ist.

3) Die Bergeversetzer, wozu für jede Firste etwa 8—10 Kinder genommen werden, die einen Lohn von 0,60—0,75 Fr. erhalten. Durch diese Kinder werden alle Berge sowohl aus der Strecke wie vom Orte versetzt und nur ein Raum von einem Meter für die Häuer gelassen.

4) Die Zimmerhäuer zur Unterhaltung der Förderstrecken;

5) Die Arbeiter zur Unterhaltung der Pumpen- und Schachtzimmerung die mit 1 Fr. 60 Ctr. pro sechsstündige Schicht bezahlt werden.

In einer Betriebszeit von 15 Monaten, wurden auf den beiden Flötzen 27425 □Meter bloßgelegt, die 12870 Cub. Meter Kohle lieferten, welches gleich 153350 gehäufte Hectolit. Kohle ist. Der Hectolit. Kohle von 108 Kil. hat einen Werth von 1,20—1,50 Fr. und kostete:

Ortshäuer	0,0900
Schlepper und Förderleute . .	0,0550
Gesteinshäuer	0,0790
Bergversetzer	0,0750
Zimmerleute	0,0490
Pumpenwärter	0,0116
Förderleute (Schachtförderung)	0,0510
Maschinenwärter	0,0135
Ober- und Untersteiger . . .	0,0330
Verschiedene Kosten	0,0250
Totalkosten eines Hect.	0,4821

An Materialien wurden über und unter Tage consumirt:

Stempel	0,1000
Geleuchte 0,036 Kil. Lichte . . .	0,0540
Unterhaltung der Maschinen . .	0,0620
Eichenholz zur Schachtzimmerung .	0,0240
Eisen zu den Schienenwegen . .	0,0170
Holz zu Kübeln und Hunden . .	0,0100
Seile	0,0247
Ziegel, Leder, Oel und Diversa .	0,0175
Nägel	0,0087
Kohlen zur Fördermaschine . . .	0,0310
Kohlen zur Wasserhebungsmaschine	0,0420
Summa	0,3909

Hierzu kommen noch einige Handarbeiten und die Generalkosten:

Bergbeamten	0,0240
Schmiede und Maschinenarbeiter	0,0170
Zimmerleute und Tischler . . .	0,0250
Messen und Laden der Kohlen .	0,0250
Seiler	0,0120
Arbeiterpension	0,0140
Bureaukosten	0,0300
Eisen und Diversa	0,0200
Abgaben	0,0130
Summa	0,1800

Der Totalpreis der Selbstkosten eines gehäuften Hectolit. ist also gleich 1,053 Fr., was offenbar enorm zu nennen ist.

Bei dem Abbau eines Flötzes von 1,25 M. Mächtigkeit, einem geringeren Fallen und unbedeutenderer Teufe werden sich die Verhältnisse bei weitem günstiger herausstellen. Das ergiebt sich z. B. bei dem Treuilflötze (St. Etienne), das auf eine ganz andere Weise abgebaut wird. Wir stützen unsere Mittheilungen auf die Nachrichten des Hrn. Marrot.

Das Flötz wird durch Strecken- und Pfeilerbau abgebaut; die Abbaustrecken haben 4 Meter Breite und sind von 16—16 Meter von Strecken durchschnitten, welche dieselbe Breite haben und ihrerseits alle 25 Meter durchfahren sind. Stellt man sich deshalb einen Kohlenpfeiler von 100 Meter Seite vor, so wird er durch 1000 Meter Strecken durchschnitten sein, die einer Oberfläche von 4000 Meter entsprechen und folglich 6000 Meter Fläche in den Pfeilern übrig lassen.

Die Kohlen theilt man nach ihrer Größe in péra (Stückkohle), wovon 6—8 auf den Kübel gehen, chapelé (Grobkohlen) und menu (Kleinkohlen). Der als Maß angenommene Kübel muß 150 Kilog. péra, 120 chapelé und 106 menu enthalten; weil es nun darauf ankommt, die Kohle in so großen Stücken als möglich zu erhalten, so sucht man hierbei die Arbeiter also zu interessiren:

Zwei Häuer arbeiten in einer zehnstündigen Schicht vor dem anstehenden Orte, d. h. in der 4 Meter weiten Strecke, und bringen dieselbe um 0,80 M. vorwärts, so daß jeder 2 Cub. Meter Kohlen gewinnt, mit denen 22—23 Kübel angefüllt werden. Bei der Wegnahme der Pfeiler bringt ein Häuer ein 3 Meter weites Ort um 1 Meter vorwärts, er gewinnt also 4 Cub. Meter, aus denen 42—44 Kübel angefüllt werden. Der Häuer erhält dafür:

In der Strecke.				Bei der Pfeilerwegnahme.			
pro Kübel	péra	0,25	Fr.	pro Kübel	péra	0,15	Fr.
= =	chapelé	0,20	=	= =	chapelé	0,10	=
= =	menu	0,10	=	= =	menu	0,05	=

Da nun der Häuer bei beiden Arbeiten in folgenden Verhältnissen die Kohle gewinnt:

In der Strecke.			Bei der Pfeilerwegnahme.		
Péra	10	auf 100 Theile.	Péra	8	auf 100 Theile.
Chapelé	30		Chapelé	30	
Menu	60		Menu	62	

wird er also 3,20 Fr. pro Tag verdienen von denen er noch sein Oel bezahlen muß, was ihm 0,20 Fr. kostet. Es bleiben also 3 Fr. für eine zehnstündige Schicht übrig. Im Ganzen kostet deshalb die gewonnene Kohle in der Strecke 0,145 Fr. und bei der Wegnahme der Pfeiler 0,73 Fr. pro Tonne von 125 Kil., Alles mit einbegriffen. Berechnet man nun diese Zahl auf den vollen Hectoliter, so wird der Preis für die Streckenkohle 0,115 Fr. und bei der Pfeilerwegnahme 0,058 Fr. sein. Das ist durchschnittlich bei einem Kohlenpfeiler von 100 Meter der Hectoliter 0,0808 Fr.

Die Förderung geschieht durch Schlepper, welche die Kohlen vom Orte nach der Hauptstrecke führen, und dort werden dieselben auf einem Schienenwege 3—400 Meter weit nach dem Schachte gebracht. Die Schlepper bringen 300 Kübel 120 Meter weit; sie sind sechs an der Zahl und ein Jeder erhält 3 Fr. denselben sind noch drei Helfer mit 1 Fr. Lohn beigegeben. So kostet der Kübel 0,070. Die Streckenförderung geschieht auf 350 Meter durch 5 Auflader à 3 Fr., 10 Hundestößer, die 27 Fr. 50 Cent. erhalten, 2 Pferde à 3 Fr. und 1 Treiber zu 2 Fr. Durch diese Mannschaft wurden 600 Kübel gefördert, und deshalb kostet ein Kübel 0,074 Fr.

Zur Sicherheit der Baue wird das Hangende auf 0,30—0,40 M. in den 4 Meter weiten Strecken eingerissen, und die Stöße mit den Bergen versetzt, so daß der Cub. Meter dieser Berge 1 Fr. zu stehen kommt. Auf 3 Cub. Meter in der Strecke gewonnener Kohle bedarf man 1 Cub. Meter Berge. Bei der Wegnahme der Pfeiler richtet man quadratische Bergpfeiler von 1 Meter Seitenfläche vor, und es bedarf nur $\frac{1}{5}$ Berge im Verhältniß zu der gewonnenen Kohlenmenge. Dieser Versatz kommt für den Kübel Kohle durchschnittlich auf 0,020 Fr. zu stehen.

Man fördert aus zwei Schächten, deren Maschinen auch zugleich die Wasserhaltung besorgen. Der Materialienverbrauch ist bei der so geringen Teufe nicht bedeutend und beschränkt sich bei fehlenden Bergen auf Stempelholz und in den Strecken nebst Schächten auf Unterhaltung der Schienenwege nebst Zimmerung. Bei einer jährlichen Förderung von 250000 Kübeln, d. i. 300000 gehäufter Hectoliter, werden sich die Kosten also vertheilen:

		pro Kübel.		pro Tonne.	
		Strecke.	Pfeiler.	Strecke.	Pfeiler.
Unmittelbare Gewinnungskosten in der Grube.	Häuerlohn und Geleuchte	0,145	0,073	1,160	0,584
	Bergversatz	0,040	0,030	0,320	0,240
	Stempel	0,013	0,013	0,104	0,104
	Summa	0,198	0,116	1,584	0,928
	Schlepper	1,074	0,074	0,592	0,592
	Summa	0,272	0,190	2,176	1,520
Schachtförderung.	Förderung und Wasserhebung Dampfmaschinen	0,025	0,025	0,200	0,200
	Unterhalt der Kübel	0,025	0,025	0,200	0,200
	Abgaben	0,069	0,069	0,552	0,552
	Verwaltungskosten	0,019	0,019	0,152	0,152
	Verkaufskosten	0,020	0,020	0,160	0,160
	Miethe	0,008	0,008	0,064	0,064
	Straßen und Häuser	0,005	0,005	0,040	0,040
	Generalkosten	0,009	0,009	0,072	0,072
	Summa	0,477	0,395	3,816	3,160

Bei diesem Selbstkostenpreise von 3,50 Fr. die Tonne sind keine Zinsen der ausgegebenen Kapitalien mit einbegriffen, er kann aber dennoch als ein außerordentliches Resultat betrachtet werden und bildet folglich mit dem vorhin erwähnten Beispiel der Gruben von Aniche die beiden äußersten Gränzen, zwischen denen sich die meisten übrigen Gruben stellen lassen. Bei den sehr mächtigen Flötzen hat man übrigens die Selbstkostenpreise durch die Anwendung des Pulvers noch mehr ermäßigen können, wie dies in Blanzy der Fall ist; dadurch aber auch kommen die Kohlen niedriger zu stehen, wenn sie leichter zu gewinnen sind, wie dies z. B. mit den fetten Kohlen von Montchanin und der Grand Combe geschieht. Demungeachtet ist die obige Zahl als ein Minimum anzusehen, das zu erreichen man immer sich glücklich schätzen muß, besonders wenn man die durchschnittlichen Resultate der belgischen, französischen und englischen Gruben vergleicht.

Die besten Flötze in den Kohlengruben des Departement du Nord sind die von Denain; sie haben eine Mächtigkeit von 0,70—0,80 M. und können die Tonne Kohlen nur zu 6 Fr. 46 Cent. produciren. Die belgischen Flötze haben eine durchschnittliche Mächtigkeit von 1 Meter und einen Kostenbetrag für die Tonne von 5,20 Fr. Um einen solchen Betrag zu erreichen, muß man noch an vielen Punkten den Bau betreiben. Aus der nachstehenden Tabelle wird es sich ergeben, wie hoch die Selbstkosten auf den verschiedenen Flötzen zu stehen kommen.

	Flötze über 1,25 M. über 100 M. Teufe abgebaut, leicht zu gewinnende Kohle. St. Etienne.	Flötze über 1,25 M. über 100 M. Teufe abgebaut, feste Kohle. Cabne u. Loire.	Flötze von 1 M. bei 200 Meter Teufe. Mons.	Flötze von 0,70 M. bei 200 M. Teufe. Denain.	Flötze von 0,50 M. über einer Teufe von 200 M. abgebaut.
Abbau	0,482	0,285	0,189	0,210	0,152
Material, Consumtion	0,391	0,221	0,206	0,118	0,110
Generalkosten	0,180	0,140	0,125	0,074	0,096
Preis eines metr. Ctr.	1,053	0,646	0,520	0,402	0,358

Erzgruben.

Bei Arbeiten in sehr festem Gestein werden gewisse Materialien, wie das Eisen, Pulver und der Stahl, ungleich mehr gebraucht; es ist ferner in solchem Gesteine fast unmöglich, dem Häuer die in einer gewissen Zeit zu verrichtende Arbeit zuzuschreiben und den Materialienverbrauch zu bestimmen, welchen dieselben zu machen haben.

Um nun an Zeit und Materialien zu ersparen, muß man die Arbeit ins Gedinge geben und bei diesem Gedinge als ungefähre Basis einige Arbeiten nehmen, die von tüchtigen Bergleuten in gegebener Zeit ausgeführt werden. Ein guter Weg zur richtigen Feststellung eines Gedinges ist bei furchtsamen und weniger geübten Arbeitern der, daß man sie zuvörderst für den Decimeter des Bohrloches bezahlt, welches man sie unter der Aufsicht eines Steigers einschlagen läßt und wonach man ferner das durch den Schuß gewonnene Gestein wiegt und taxirt. Die erzführenden Gesteine sind in der Regel sehr hart, und man wird in einer zehnstündigen Schicht ein Bohrloch von 0,15—1,30 M. einschlagen und so 200—500 Kilog. Gestein gewinnen. Man hat viele Beispiele von den Selbstkostenpreisen, aber dieselben lassen sich selten unter sich vergleichen, weil sie nicht allein von der Weite der Strecken, von der Härte und Zähigkeit des Gesteins, sondern auch von den Spalten abhängen, die sich darin vorfinden und einer Menge von Umständen, welche sich nur an Ort und Stelle selbst beurtheilen lassen.

Nur nachdem man das Gestein untersucht hat, darf man die Selbstkosten beurtheilen. Einige Beispiele werden indeß zur Kenntniß der gewöhnlichsten Verhältnisse von Nutzen sein; Herr Hennezel fand unter mehr als 200 Selbstkostenpreisen einen durchschnittlichen Werth, der so ziemlich mit den gewöhnlichen Verhältnissen der leicht zu bebau-

enden Erzgänge übereinstimmt und den Preis eines Cub. Meters auf 8,60 Fr. in der Strecke und 6,19 Fr. vor Ort annimmt. Diese Zahlen wurden nämlich in St. Bel gefunden, wo man auf Schwefelkies baut, der mit dem Kupferkiese in hartem Schiefer bricht.

Jeder Bergmann verbraucht durchschnittlich 0,19 Kil. Pulver, ein Gewicht, welches 3 Patronen entspricht und in Bohrlöchern von 0,40 bis 0,50 M. Tiefe angewandt wird. Der Verbrauch an Oel beträgt 0,125 Kil. und der an Gezähen 0,19 Fr. Das wurde pro Schicht berechnet, wozu noch 1,60 Fr. an Lohn hinzukommt, mithin eine Summe von 2,38 Fr. erzeugt wird. Für diesen Lohn gewinnt der Bergmann in Strecken von 2 Meter Querschnitt 0,310 C. M., und in Strecken von 3,70 M. Querschnitt 5,30 C. M. Das ist für den ersten Fall 0,15 M. nach der Länge und in dem letztern 0,20 M.

Wenn man den durchschnittlichen Werth der Selbstkosten von neun sächsischen Gruben nimmt und dabei das Pulver zu den französischen Preisen (2,10 Fr. das Kil.) rechnet, so findet man, daß der Cub. Meter in einer gewöhnlichen Strecke von 2 Meter zu 2,5 M., das Geleuchte ausgeschlossen, kostet:

Arbeitslohn . . .	12,80 Fr.	21,09 Fr.
Gezähe	3,94 =	
Pulver (2,07 Kil.)	4,35 =	

Für Frankreich würde dies um $\frac{1}{3}$ höher zu stehen kommen, da in Sachsen das Schichtlohn etwa nur 0,90 Fr. beträgt, während es in Frankreich selten unter 1,50 Fr. sinkt. Dies macht also 25,30 Fr. auf den Cub. Meter und 27 Fr., wenn das Geleuchte mitgerechnet wird.

Die Förder- und Wasserhaltungskosten bleiben also noch zu berechnen, was indeß mit zu Grundlegung der obigen Mittheilungen über den Steinkohlengrubenbetrieb leicht zu bewerkstelligen ist.

Schließlich geben wir noch eine Uebersicht der Gewinnungskosten in gewöhnlichen Strecken von 2 Meter im Quadrat und $2\frac{1}{2}$ Meter Querschnitt, in denen das Gestein meistens erzführend ist. Diese Uebersicht bedarf indeß noch einer practischen Bestätigung; sie wurde auf den sächsischen Gruben entworfen, wo das Schichtlohn gleich 0,90 Fr. ist, das Pulver mit 1,70 Fr. das Kil. bezahlt wird und die Zuschärfung von 60 Bergeisen und 12 Bohrern zu 0,33 Fr. angenommen ward.

	Lohn.	Pulver.	Instandhaltung der Gezähstücke.	Verbrauchte Gezähe.	Summa.
Harter Quarz	24,65	8,18	5,87	2,93	41,63
Harter Gneiß	20,55	6,84	5,70	2,85	35,94
Fester Thonschiefer	14,35	3,86	2,36	1,18	21,75
Marmor	12,70	1,38	1,40	1,70	16,58
Nicht sehr harter Thonschiefer	9,83	2,28	1,28	0,64	14,03
Milder Thonschiefer . . .	7,38	1,46	1,01	0,50	10,35

Man muß solchen Angaben nur mit der größten Vorsicht trauen und ja an die Unterschiede denken, die in den Schichtlöhnen und in dem Preise der Materialien stattfinden können, ebenso darf man hier nicht vergessen, wie gerade Sachsen zu den Gegenden gehört, wo die Bergleute die meiste Fertigkeit im Arbeiten erlangt haben und auch hierzu am tüchtigsten sind.

Grubenrisse.

Bei allen Grubenbauten ist ein guter Riß von dem höchsten Nutzen; ganz unentbehrlich aber ist er in den Gruben von großer Ausdehnung. Hier wird es nöthig, die Arbeiten nicht über die Gränzen der Concession hinaus auszudehnen, um alle Streitigkeiten mit den Nachbarn zu vermeiden; anderseits giebt es in vielen Gruben einzelne Punkte, von denen man sich stets entfernt halten muß, wenn man nicht die größten Gefahren besorgen will; endlich handelt es sich öfters darum, im Voraus einen Punkt zu bestimmen, der durch einen Schacht oder eine Strecke erreicht werden soll. Und zu dem Allen kann man nur durch einen genauen und sorgfältigen Grubenriß gelangen, ohne den der Zweck verfehlt und eine Menge von Verlusten aller Art erzeugt werden würde.

Die Aufnahme eines Grubenrisses ist mit großen Schwierigkeiten verknüpft, da die Grube aus engen und von einander abgesonderten Räumen besteht, die man einzeln aufnehmen, deren Form und Lage zu einander auf einen Plan auftragen muß. Die Aufnahme ist um so schwieriger, als sie in dunklen, zuweilen niedrigen und schwer zu befahrenden Strecken geschieht.

Um sich deshalb in den Bauten, die mit dem Tage nur durch enge Strecken oder Schächte communiciren, auf das Bestimmteste herauszufinden, muß man durchaus zu dem Compasse seine Zuflucht nehmen. Der Grubencompaß besteht aus einer Magnetnadel, die an der

Nordspitze gebläut ist und mit einem Agathhütchen auf einer Spitze aufsitzt, die in der Mitte eines in 360° getheilten Kreises steht. Die Ablesung geschieht von der Rechten zur Linken vom magnetischen Pole angerechnet, so daß die Winkel, welche kleiner als 180° sind, westlich, und die, welche größer, als 180° östlich stehen werden.

In Deutschland hat man den Compaß in 24 oder vielmehr in zwei mal 12 Stunden eingetheilt, wo 12 im Norden und 12 im Süden ist, und in umgekehrter Reihenfolge die anderen Zahlen auf- und abwärts steigen, so daß die beiden Spitzen der Nadel immer dieselbe Stunde zeigen müssen. Jede Stunde entspricht 15° und ist in 8 Theile gebracht, die an sich wieder in 4 Theile getheilt sind.

Der Grubencompaß hängt an einem Hängezeug, dessen Hauptaxe der Nordlinie correspondirt. Will man also die Richtung einer Strecke abnehmen, so spannt man die Kette scharf an und hängt den Compaß daran auf. Die Abweichung der Magnetnadel mit der Nordlinie des Compasses verglichen, wird das Streichen der Strecke angeben.

So wird die Flächenrichtung bestimmt; es bleibt nun noch die Fallrichtung anzugeben übrig. Dies geschieht durch einen Gradbogen, der in zwei mal 90 Grade getheilt ist und mit einem Lothe versehen ist. Man hängt denselben an der Kette auf und liest die Neigung ab. Ist die Kette zu lang, und läßt sie sich darum nicht straff genug anziehen, so muß man die ganze Entfernung in zwei Hälften theilen.

Zu dem Grubenrisse gehört endlich das Auftragen der Längenmaße. Die Messung geschieht durch eine Messingkette, deren jedes Glied gleich 0,20 M. ist.

Bei der Aufnahme einer Grube geht man stationenweise zu Werke, mißt die Länge und auch die Breite des fraglichen Grubenbaues. In dem Buche, welches man mit sich führt, notirt man erstens die Nummer der Station; zweitens, die Abweichung der Magnetnadel, drittens, das Fallen in Graden und Minuten, wobei F. das Fallen und St. das Steigen bedeutet, viertens, die genaue Kettenlänge zwischen den beiden Stationen, fünftens, die Breiten und sonstige Bemerkungen, die dem Gedächtniß zu Hilfe kommen.

Mit diesen Elementen kann man den Riß in zwei Arten anfertigen; entweder berechnet man sich die Dreiecke zu der Horizontal-Projection und den Profilen, oder man trägt den Grubenriß ebenso auf eine Fläche auf, wie man es in der Grube gefunden hat. Man bedient sich hierbei einer Zulegeplatte.

Bei Aufnahme einer Grube fallen gar leicht Irrthümer vor, die theils durch das Instrument selbst veranlaßt werden, theils aber auch

durch die Art und Weise, wie dasselbe gehandhabt wird. Der Compaß zeigt nämlich den wahren Norden nicht an, und hat nicht allein eine Abweichung nach den verschiedenen Breitegraden, sondern außerdem noch tägliche Declinationen; man fand z. B. an einem und demselben Orte in 24 Stunden einen Unterschied von 30 Minuten und in 15—20 Tagen betrug derselbe mitunter einen Grad. Wenn man also mit Genauigkeit zu Werke gehen will, so muß man über Tage einen Meridian ziehen und denselben in der Grube ebenfalls bezeichnen. Es liegt ferner eine gewisse Schwierigkeit darin, die oscillirende Magnetnadel bei dem schwachen Grubenlichte und in unbequemer Stellung gehörig zu erkennen. So kann man denn auch bei den genauesten Arbeiten nur $\frac{1}{4}$ Grad nicht berücksichtigen. Endlich muß man sich hüten, irgend ein eisernes Instrument zu tragen, und wenn man in einer Strecke zieht, wo ein Schienenweg gelegt ist, die Schienen in der Nähe des Anhaltens des Compasses fortnehmen lassen, denn ein Meter über den Schienen würde die Abweichung wohl mehr als einen Grad ausmachen.

Die gewöhnliche Art und Weise zu operiren ist übrigens schon deshalb sehr mangelhaft, weil die Menge der Stationen sehr groß ist, und die Wahrscheinlichkeit, Irrthümer zu begehen, dadurch um Vieles größer wird.

Nach der Methode des Herrn Scheidauer muß man an dem ersten Punkte drei Flächen annehmen, eine Horizontalfläche, eine Verticalfläche, die durch den magnetischen Meridian geht und eine dritte die auf den beiden ersten senkrecht steht; diese drei Flächen kreuzen sich bei dem Anfangspunkte, und jeder Punkt wird durch die Lage der Coordinaten bestimmt. Als positiv werden nun alle Höhen unter der Horizontalfläche, die Längen östlich von dem Meridian und die Breiten nördlich von der Verticale bezeichnet, da hingegen als negativ alle Entfernungen unter der Horizontalfläche, alle Längen westlich vom Meridian und alle Breiten südlich von der Verticale. Den magnetischen Meridian muß man in der Grube fixiren, damit man ihn stets wieder finden uyd und so die täglichen Abweichungen vernachlässigen kann.

Man wendet diese Art nicht so oft wie das gewöhnliche Verfahren an, da es den Steigern wegen seiner minderen Einfachheit nicht so leicht verständlich sein dürfte, deshalb nimmt man zu demselben nur in solchen Fällen seine Zuflucht, wo es einer besonderen Genauigkeit bedarf. In den Magneteisensteingruben kann man den Compaß nicht gebrauchen und bedient sich der Eisenscheiben. Herr Combes hat einen

Theodolithen vorgerichtet, mit dem man einen Grubenriß ebenso schnell als durch den Compaß und auch ebenso genau entwerfen kann.

Der Grubenriß muß monatlich nachgetragen werden; man trägt ihn auf Papier auf, das mit Quadraten überzogen ist, die ein jedes einem Raum von 10 □Meter entsprechen. Durch eine solche Eintheilung erleichtert man sich ungemein die Reduction und Aufnahme der Details.

Auf einem Grubenrisse sind alle Verhältnisse einer Grube dargelegt und auf demselben kann man allein den Zusammenhang der einzelnen Theile erkennen.

Welches ist die Form des Ganges oder Lagerstätte? Welches ihr Verhalten, welches ihre Verwerfung? So weit es die Ausdehnung der Bauten erlaubt, müssen diese Fragen auf den Grubenrissen beantwortet sein. Wie hat man die Lagerstätte angefahren, durch welche Methode abgebaut, welches ist die Vorrichtung? Der Grubenriß allein kann auch diese Fragen nur beantworten, da es unmöglich ist, das Ganze beim Befahren der Gruben ins Auge zu fassen.

Wenn es sich um die Kenntnißnahme der Gruben- und Schachtförderung, der Wetterlosung, des Wasserabflusses durch Stolle und um die Wasserhebung handelt, so muß man auch dazu den Grubenriß zur Hilfe nehmen und auf denselben die drei wichtigen Linien verfolgen, von denen die eine das Wasser bezeichnet, welches in der Grube cirkulirt und sich an einzelnen Punkten ansammelt, die zweite die Wetter, welche rein in die Grube fallen und mit den Grubendünsten geschwängert wieder herausziehen, endlich die Förderwege, welche von den einzelnen Abbaustrecken nach den Punkten die Fördermassen schaffen, wo sie zu Tage ausgehen.

Die Förderung nutzbarer Mineralien bedarf so einer Menge von Vorarbeiten, die in den obenstehenden Capiteln auseinander gesetzt wurden, welche alle mit gleichem Eifer betrieben werden müssen, damit diese Förderung ebenso gefahrlos wie haushälterisch sei. Wir wollen diesen Bericht durch eine übersichtliche Darstellung der französischen Bergwerksgesetze, deren Kenntniß einem Jeden erforderlich ist, der irgend einen Grubenbau unternehmen will, vervollständigen.

Berggesetze.

Die französische Berggesetzgebung beruht heute auf dem Gesetze von 1810 und theilt alle Bergwerke in 3 Classen ein, in: Gruben, Erzgräbereien und Steinbrüche.

Als Gruben betrachtet man die Bauten auf Gängen, Stock-

werken oder Flötzen, in welchen Gold, Silber, Blei, Kupfer, Zinnerze ꝛc. brechen, ferner Steinkohlen, Schwefel, Alaun und Vitriole ꝛc. vorkommen.

Als Erzgräbereien die Baue auf Raseneisenerz, Torf, Alaunerde ꝛc.

Als Steinbrüche die Dachschieferbrüche, Bausteine, Sandsteine, Mergel ꝛc.

Bergwerkseigenthum. — Die Gruben können nur nach einer von dem Conseil d'état ertheilten Concession in Angriff genommen werden.

In diesem Acte werden die Rechte des Eigenthümers der Oberfläche auf die nicht concedirten Erze festgestellt. Der Eigenthümer hat von den gewonnenen Erzen eine gewisse Abgabe zu verlangen, die sich mit der wachsenden Teufe der Grubenbauten vermindert.

Der Act giebt die Concession der Grube auf ewige Zeiten.

Die Concession ist wie jedes andere Eigenthum veräußerbar, und es kann darüber disponirt werden; sie unterscheidet sich indeß von jedem anderem Eigenthum dadurch, daß sie ohne eine specielle Erlaubniß des Gouvernements nicht verkauft werden kann.

Die Gruben selbst sind Immobilien ebenso wie die Gebäude Maschinen, Schächte, Strecken ꝛc., Pferde, Gezähstücke ꝛc., die zu dem Betriebe dienen.

Die Grubenactien sind Mobilien, wie die geförderten Massen und die Vorräthe.

Schurfarbeiten und Concessionen. — Man kann auf dem Eigenthum eines Anderen nur mit der Zustimmung des Besitzers und der Genehmigung des Gouvernements Schurfarbeiten vornehmen, wobei man dem Besitzer einen Schadenersatz leisten muß.

Keine Erlaubniß oder Concession des Gouvernements kann jemals das Recht geben, Schurf- oder Grubenarbeiten in von Mauern umschlossenen Räumen und näher als 100 Meter von Wohnungen und Gehöften zu betreiben.

Erlangung der Concession. Jeder Franzose und eingebürgerte Fremde kann eine Grubenconcession erhalten, sobald er die Mittel nachweist, die Betriebskosten, Abgaben ꝛc. tragen zu können. Das Gouvernement behält sich bei mehreren Bewerbern die Bestätigung vor.

In der ertheilten Concession wird der Schadenersatz für den Finder sowohl wie für den Grundeigenthümer festgestellt.

Die Forderung von Concessionen werden an den Präfecten adressirt, der sie öffentlich bekannt macht, und erst nach 4 Monaten,

nachdem er alle Einwendungen der Concurrenten in Empfang genommen, die Forderung mit seinem Gutachten dem Minister des Innern zusendet. Dieser giebt seine Entscheidung nach einer Berathung hierüber in dem Conseil d'état.

Der Grubenbau wird nicht als ein Handel betrachtet und kann deshalb nicht patentirt werden.

Die Grubeneigenthümer zahlen dem Staate eine feste Abgabe pro □Kilom. nnd eine zweite Abgabe, die sich nach der Förderung richtet und niemals über 5% erhebt.

Sie bezahlen ferner 1 Dezim. pro Fr., der zu einer Kasse kommt, die unter dem Minister des Innern steht und eine Bergbauhilfskasse genannt werden kann.

Beaufsichtigung der Gruben durch das Gouvernement. Diese Beaufsichtigung geschieht durch die Bergwerksingenieure unter den Befehlen des Ministers des Innern und des Präfecten.

Die Bergwerksingenieure geben ihre Meinung über die Forderung von Concessionen ab, und die Bedingungen, welche man den Concessionären aufzulegen; sie wachen über die Ausführung der Gesetze und Polizeiverordnungen, und theilen ihre Rathschläge den bauenden Gewerken mit.

Eigenthum und Betrieb der Erzgräbereien ꝛc. — Der Betrieb der Erzgräbereien kann nicht ohne eine Erlaubniß stattfinden, in welcher zugleich das abzubauende Feld und die Bedingungen für Sicherheit und Gesundheit festgestellt werden.

Der Grundeigenthümer, der Raseneisensteine besitzt, muß dieselben in solcher Menge gewinnen, um damit den benachbarten Hütten vollständig zu genügen.

Er braucht nur bei dem Präfecten die Erlaubniß nachzusuchen, der ihm seine Erklärung darüber abgiebt.

Wenn der Grundeigenthümer nicht bauen will, so haben die Hüttenbesitzer das Recht statt seiner nach Erfüllung gewisser Formalitäten und gehöriger Entschädigung den Betrieb zu leiten.

Werden hierbei Bauten unter Tage nothwendig, so muß um eine vollständige Concession nachgesucht werden, die denselben Gesetzen wie die eigentlichen Gruben unterworfen ist.

Der Bau auf Schwiefelkies und Alaunerde wird gleich den Alluvialischen Eisenerzen erachtet. Die Grundeigenthümer haben auch hier das Recht mit vorheriger Genehmigung zu bauen, und wenn sie dies nicht thun, so können Andere durch Bezahlung einer Entschädigungssumme den Betrieb übernehmen.

Steinbrüche und Torfstiche. — Der Betrieb der Steinbrüche über Tage kann ohne specielle Genehmigung und nur unter polizeilicher Aufsicht geführt werden.

Geschieht er unter Tage, so steht er unter der speciellen Obhut der Bergwerksadministration.

Die Torflager können nur durch den Grundeigenthümer oder mit seiner Zustimmung und mit Genehmigung des Unterpräfecten von einem Anderen ausgebeutet werden.

Ein Verwaltungsreglement bestimmt die allgemeine Richtung der Gewinnungsarbeiten und Gräben zur Trockenlegung 2c.

Gedruckt bei J. Petsch in Berlin.

Inhalt.

Seite.

Historische Einleitung; Metallproduction in den verschiedenen Staaten; Bergbauproducte von Frankreich..... 1

Erste Abtheilung.

Vorkommen der nutzbaren Mineralien..... 9

Erstes Capitel. Allgemeines Vorkommen oder Felsarten.... 9

Allgemeine Zusammensetzung der Formationen..... 9
Charakteristik der geschichteten und durch Feuer erzeugten oder abnormen Felsarten..... 11
Charakteristik der metamorphischen Felsarten..... 15
Anwendung der Gesteine zu Bauten..... 19

Zweites Capitel. Brennbare Fossilien..... 30

Anthracit, Stein-, Braunkohle und Torf..... 30
Vorkommen dieser Fossilien in den einzelnen Formationen..... 30
Schürfen der Steinkohlen..... 33
Streichen und Fallen der Kohlenflötze..... 37
Störungen der Kohlenflötze..... 42
Ursprung der Steinkohle..... 51
Productionsverhältnisse der mineralischen Brennmaterialien in Frankreich..... 56

Drittes Capitel. Steinsalz und Gyps..... 60

Vorkommen des Steinsalzes und Gypses..... 60
Steinsalzlager im östlichen Frankreich..... 62
Salzstock in den Pyrenäen..... 65

Seite.

Verschiedene Steinsalzlager in Europa 66
Ursprung des Steinsalzes und Gypses 68

Viertes Capitel. Geschichtete Eisenerze 74

Charakteristik der geschichteten Eisenerze 74
Vorkommen der Eisenerze im Allgemeinen in den verschiedenen Formationen 75
Eisenerze im Uebergangsgebirge und der Steinkohlenformation 78
Eisenerze in dem Jura und der Kreide 81
Tertiäre und Alluvialerze 85
Aufsuchung und Gewinnung der Eisenerze 89

Fünftes Capitel. Besonderes Vorkommen in Gängen, liegenden und stehenden Stöcken 93

Eintheilung der Gänge 94
Zusammensetzung der Erzgänge 96
Form und Structurverhältnisse der Gänge 98
Vorkommen der Erze in den Gängen 102
Gangverhältnisse 105
Liegende und stehende Stöcke 111
Ursprungstheorie der Erzlagerstätten 114

Sechstes Capitel. Beschreibung der metallischen Districte 125

Metallische Districte von England 126
Metallische Districte des russischen Reiches 136
Metallische Districte von Frankreich 140
Metallische Districte von Oesterreich 159
Schweden und Norwegen 162
Spanische Districte 163
Preußische Districte 164
Districte des deutschen Bundes 165
Metallische Districte des südlichen Amerikas 168
Brasilien, Provinz Minas Geraes 171
Cordilleras de los Andes 175
Cordilleren von Chili 176
Cordilleren in Bolivien, Peru, Columbien ꝛc. 178

Zweite Abtheilung.

Siebentes Capitel. Häuer- und Bohrarbeiten 184

Häuerarbeit. Anwendung der Gezähe 186
Anwendung des Pulvers zur Gesteinsgewinnung 193
Erdbohren 199
Abschaffung der unterirdischen Quellen. Artesische Brunnen 214

Seite.

Achtes Capitel. Gruben-Vor- und Ausrichtung..... 223

Tagebaue..... 223
Tagebau auf festem Gestein..... 226
Torfgräberei..... 229
Grubenbaue (unter Tage); Ausrichtungsarbeiten..... 233
Abbau der Erzlagerstätten..... 236
Abbau von Gängen oder Flötzen unter 3 Meter Mächtigkeit..... 237
Abbau von Lagerstätten über 3 Meter Mächtigkeit..... 241
Steinkohlengewinnung..... 246
Gewinnung des Steinsalzes..... 262

Neuntes Capitel. Grubenzimmerung und Mauerung.... 268

Strecken- und Ortszimmerung..... 270
Schachtzimmerung..... 275
Zimmerung zum Verdämmen der Wasser, Cuvelage..... 279
Dämme..... 285
Grubenmauerung..... 291
Schachtmauerung..... 296

Zehntes Capitel. Wetterführung..... 303

Ursachen der schlechten Grubenwetter..... 303
Mittel zur Zerstörung schlagender Wetter..... 311
Davy'sche Sicherheitslampe..... 315
Vervollkommnete Sicherheitslampen..... 318
Gewöhnliches Geleuchte..... 320
Natürlicher Wetterzug..... 320
Anwendung des Dampfes..... 329
Mechanische Wetterbeförderungsmittel..... 330
Vertheilung der Wetter in den Gruben..... 333

Elftes Capitel. Strecken- und Schachtförderung..... 338

Förderung auf Förderbahnen..... 343
Schachtförderung..... 352

Zwölftes Capitel. Wasserhaltung..... 360

Stollen..... 361
Wasserhebungspumpen..... 362
Aufstellung eines Kunstgezeuges. Gleichgewicht..... 368
Von den Wasserhebungsmaschinen..... 371
Wassersäulenmaschinen..... 379

Dreizehntes Capitel. Aufbereitung der Erze..... 383

Erzpochen..... 382
Siebsetzen und Waschen der Erze..... 389
Vergleichende Kosten bei der Aufbereitung..... 399

Seite.

Vierzehntes Capitel. Allgemeine Bemerkungen über den Grubenbau 404

Berechnung der Selbstkosten 409
Erzgruben 415
Grubenrisse 417
Berggesetze 420

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Burat, Amédée,

Angewandte Geognosie oder das Auffinden und der Bau nutzbarer Mineralien

Berlin 1844
Metall. 16 mh
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10292755-1